

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL

L'APPRENTISSAGE DE LA VALEUR DE POSITION EN ARITHMÉTIQUE PAR
UNE APPROCHE KINESTHÉSIQUE CHEZ LES ÉLÈVES DU DEUXIÈME
CYCLE DU PRIMAIRE

MÉMOIRE

PRÉSENTÉ

COMME EXIGENCE PARTIELLE
DE LA MAÎTRISE EN ÉDUCATION

PAR

STÉPHANIE BEAULIEU-PINARD

Janvier 2014

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC À MONTRÉAL
Service des bibliothèques

Avertissement

La diffusion de ce mémoire se fait dans le respect des droits de son auteur, qui a signé le formulaire *Autorisation de reproduire et de diffuser un travail de recherche de cycles supérieurs* (SDU-522 – Rév.07-2011). Cette autorisation stipule que «conformément à l'article 11 du Règlement no 8 des études de cycles supérieurs, [l'auteur] concède à l'Université du Québec à Montréal une licence non exclusive d'utilisation et de publication de la totalité ou d'une partie importante de [son] travail de recherche pour des fins pédagogiques et non commerciales. Plus précisément, [l'auteur] autorise l'Université du Québec à Montréal à reproduire, diffuser, prêter, distribuer ou vendre des copies de [son] travail de recherche à des fins non commerciales sur quelque support que ce soit, y compris l'Internet. Cette licence et cette autorisation n'entraînent pas une renonciation de [la] part [de l'auteur] à [ses] droits moraux ni à [ses] droits de propriété intellectuelle. Sauf entente contraire, [l'auteur] conserve la liberté de diffuser et de commercialiser ou non ce travail dont [il] possède un exemplaire.»

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier, tout d'abord, les professeurs de l'Université du Québec à Montréal qui m'ont donné le goût et le désir de prolonger et d'approfondir mes connaissances acquises au baccalauréat. Par leur démonstration d'arguments solides face à la recherche en éducation, je me suis sentie emportée par cette énergie et cette envie d'aller toujours plus loin.

Je tiens aussi à souligner les mots d'encouragement et le soutien constant de mon fiancé, Jean-Christophe. Il a su m'apporter réconfort dans les moments de découragement et confiance quand le chemin semblait interminable. Il a également su me montrer toute la persévérance que je cachais au fond de moi. Je remercie mes parents aussi, Daniel et Joanne, pour leur écoute tout au long de ce parcours laborieux. Une petite pensée pour mon amie Marie-Michelle qui m'a aidé maintes fois sur mille et une questions puisqu'elle suivait le même parcours au même moment.

Je ne pourrais terminer sans remercier mes incontournables directrices de maîtrise, Diane Leduc et Caroline Raymond. Elles ont su me guider avec brio en prenant toujours la peine de souligner les bons coups pour ensuite s'attaquer aux failles. Je les remercie de tout mon cœur pour tout l'investissement de temps et de patience à mon égard. Je ne saurais être suffisamment reconnaissante pour les conseils quant à la vision qualitative de recherche, à la méthodologie ainsi qu'à l'écriture de ce mémoire.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES.....	viii
RÉSUMÉ	ix
INTRODUCTION	1
CHAPITRE I.....	5
LA PROBLÉMATIQUE.....	5
1.1 L'enfant actif au centre de son apprentissage	6
1.2 L'apprentissage chez les garçons	7
1.3 Les difficultés reliées aux mathématiques.....	9
1.4 La question de recherche	12
1.5 La pertinence sociale et scientifique	13
CHAPITRE II	15
LE CADRE CONCEPTUEL	15
2.1 L'intelligence kinesthésique.....	16
2.2 L'assimilation de connaissances	20
2.3 Les mathématiques, l'arithmétique et la valeur de position.....	29
2.4 Le corps et le mouvement	40
2.5 Les objectifs de la recherche	45
CHAPITRE III	47
LA MÉTHODOLOGIE	47
3.1 L'approche générale	48
3.2 Le contexte de la collecte	49
3.3 La sélection des participants.....	49
3.4 La collecte de données	52
3.4.1 L'observation directe de l'activité	52
3.4.2 L'administration d'un questionnaire à l'intention des élèves.....	55

3.4.3 Les entrevues semi-dirigées avec les enseignants	56
3.4.4 L'administration d'un questionnaire de vérification à l'intention des élèves	57
3.5 Le déroulement de l'expérimentation.....	58
3.5.1 La formation des enseignants	59
3.5.2 Le déroulement de l'activité.....	59
3.5.3 La distribution des questionnaires aux élèves	62
3.5.4 Les entrevues semi-dirigées avec les enseignants	62
3.5.5 La distribution du questionnaire de vérification aux élèves	62
3.6 Les méthodes d'analyse.....	63
CHAPITRE IV	64
LES RÉSULTATS	64
4.1 Le portrait des trois classes	65
4.2 Les conceptions des enseignantes de l'apprentissage kinesthésique	67
4.3 Premier thème: la préparation du corps en vue de l'apprentissage d'un concept mathématique	67
4.3.1 La mémoire corporelle et la résistance	68
4.3.2 La place de l'élève et l'aménagement de la classe	69
4.3.3 La préparation au bruit et à l'action	70
4.4 Deuxième thème: l'apport du corps en mouvement dans l'engagement des élèves	71
4.4.1 L'élève actif dans l'espace.....	72
4.4.2 La sensorialité de l'élève.....	73
4.4.3 Le plaisir de l'élève	73
4.4.4 L'autonomie de l'élève	74
4.5 Troisième thème: le rapport à l'environnement par le corps en mouvement	75
4.5.1 Le rapport au matériel didactique	76
4.5.2 Le rapport aux élèves.....	77

4.5.3 Le rapport à l'enseignant	78
4.6 Quatrième thème: l'influence du corps en mouvement sur le rapport au raisonnement mathématique.....	80
4.6.1 Le raisonnement mathématique par la concrétude du corps.....	81
4.6.2 Le raisonnement mathématique par le conflit cognitif	82
CHAPITRE V	87
LA DISCUSSION	87
5.1 Action => Jeu => Apprentissage.....	89
5.1.1 Le plaisir	89
5.1.2 Les sens.....	90
5.1.3 L'autonomie	91
5.2 Action => Attention => Apprentissage	92
5.2.1 La concentration	93
5.2.2 La mémoire	94
5.2.3 La résistance	95
5.3 Action => Construction => Apprentissage	96
5.3.1 La signifiante.....	97
5.3.2 La concrétude.....	98
5.3.3 Les stratégies d'enseignement.....	99
5.4 Les limites de l'étude	101
CONCLUSION	103
APPENDICE A	106
CALENDRIER DE L'EXPÉRIMENTATION	107
APPENDICE B	108
LETTRE DE CONSENTEMENT (enseignants).....	109
APPENDICE C	111
LETTRE DE CONSENTEMENT (parents d'élèves).....	112
APPENDICE D	114

LETRE D'INFORMATION AUX ÉLÈVES PARTICIPANTS.....	115
APPENDICE E.....	116
PROCÉDURIER DE L'ACTIVITÉ KINESTHÉSIQUE.....	117
APPENDICE F.....	119
GRILLE D'AIDE POUR L'OBSERVATION DIRECTE	120
APPENDICE G	121
QUESTIONNAIRE AUX ÉLÈVES.....	122
APPENDICE H	123
PROTOCOLE D'ENTREVUE (pour l'interviewer).....	124
APPENDICE I.....	125
GUIDE D'ENTREVUE (pour les enseignants)	126
APPENDICE J.....	128
TÂCHES ET MODÈLES DE QUESTIONS POUR L'ÉLABORATION DU QUESTIONNAIRE DE VÉRIFICATION	129
QUESTIONNAIRE DE VÉRIFICATION SUR LA VALEUR DE POSITION	134
OUTIL D'ANALYSE DES DONNÉES D'ENTREVUE ET D'OBSERVATION ...	137
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	138

LISTE DES TABLEAUX

Tableau	Page
2.1 Stades d'acquisition de la connaissance	21
2.2 Stades d'acquisition du dénombrement chez l'enfant.....	31
2.3 Éléments-clés de l'évolution de la numération chez l'enfant	35
3.1 Chronologie des méthodes de collecte de données et des outils.....	58

LISTE DES FIGURES

Figure	Page
4.1 Taux de réussite de chaque classe par tâche	84
4.2 Taux de réussite moyen par tâche selon le sexe de l'élève.....	85
5.1 Représentation des équations de l'action vers l'apprentissage	88

RÉSUMÉ

Les orientations actuelles du Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport guident les enseignants sur divers aspects. Parmi ceux-ci, nous nous intéressons particulièrement à la participation active de l'élève dans ses apprentissages, aux différences d'apprentissage entre les garçons et les filles et à la discipline des mathématiques dont l'abstraction rend parfois la compréhension plus difficile.

Avec notre projet, nous avons expérimenté une approche pédagogique kinesthésique, c'est-à-dire par le corps et le mouvement, pour faire apprendre la valeur de position au 2^e cycle du primaire. Les concepts sous-jacents à ce thème ont été approfondis: l'intelligence kinesthésique, l'assimilation de connaissances, la valeur de position ainsi que le corps et le mouvement. Les objectifs de cette recherche sont :

- 1) observer comment le mouvement influence l'apprentissage
- 2) identifier les connaissances du concept de la valeur de position
- 3) d'expérimenter l'approche kinesthésique en mathématiques
- 4) d'analyser les perceptions des enseignants sur l'approche kinesthésique pour l'enseignement des mathématiques

Pour ce faire, trois classes de 3^e année ont été sélectionnées pour effectuer une activité par le mouvement en deux séances. Les enfants étaient invités à représenter des nombres avec leurs coéquipiers en devenant des centaines, des dizaines, etc. Ensuite, ils répondaient à un questionnaire portant sur leurs processus kinesthésiques. Finalement, ils complétaient un post-test pour observer les difficultés encore présentes quant à la notion. Les enseignants ont pu exprimer leurs idées dans le cadre d'une entrevue.

Les résultats démontrent qu'une approche kinesthésique semblerait avoir des effets sur l'apprentissage de la valeur de position chez les élèves du deuxième cycle du primaire. Les différents outils de collecte de données qualitatives nous permettent d'identifier des facteurs reliés à l'élève actif qui semblent favoriser l'apprentissage. Le jeu engendré par l'activité provoque un plaisir, une autonomie et une stimulation des sens chez l'enfant. L'action engendre aussi une attention soutenue qui active la concentration, la mémoire et la résistance de l'enfant. Puis, l'action permet la construction de concept par la signification et la concrétude de l'objet d'étude, soit la valeur de position dans ce cas-ci.

Mots-clés : apprentissage, mathématique, mouvement, valeur de position

INTRODUCTION

Ayant terminé mon¹ baccalauréat en enseignement primaire et éducation préscolaire à l'UQAM en 2011, j'ai complété un cours intitulé *Initiation à la recherche* en dernière année. Ce cours m'a fait découvrir un aspect de l'éducation que je connaissais à peine : le travail de recherche. Je m'y suis découvert une véritable passion. Me voilà donc inscrite à la maîtrise² en éducation, profil recherche à l'UQAM à l'automne 2011.

Après quelques expériences de travail comme suppléante occasionnelle en milieu scolaire et suite à un contrat en première année du primaire et un second en troisième année du primaire, je me suis questionnée, jour après jour, sur plusieurs aspects de l'éducation, mais mon questionnement le plus marquant porte encore sur la place du mouvement dans les classes du Québec. Pourquoi le mouvement est-il important pour moi?

La première raison me venant à l'esprit est ma passion de la danse qui s'est transformée en enseignement de la danse swing aux adultes en soirée. Bien loin du métier que j'exerce le jour, ces cours sont l'occasion de faire plusieurs rapprochements et je peux apercevoir à travers mes différents groupes d'adultes leur façon de se percevoir dans l'espace, de se déplacer, d'entrer en relation corporelle avec leur partenaire. Je débute toujours en leur démontrant le mouvement dans sa globalité pour qu'ils voient les déplacements dans l'espace. Ensuite, je leur fais

¹ Le «je» a été utilisé dans l'introduction et la conclusion pour que le lecteur comprenne bien les visées personnelles de la chercheuse permettant de mener ce projet et ainsi de déceler l'ancrage professionnel du mémoire.

² Le présent document respecte la nouvelle orthographe.

ressentir le mouvement de manière ralentie et, finalement, nous augmentons le tempo de la séquence. Tout ça me fascine et modifie ma façon de leur transmettre le mouvement en observant leurs réactions et leurs manières d'intégrer ce que je leur enseigne.

La deuxième raison découle de plusieurs observations faites au cours de mes expériences d'enseignement. J'ai souvent observé plusieurs enfants qui avaient du mal à rester assis et préféraient travailler debout ou se déplacer fréquemment, principalement les garçons. Je me suis alors demandé comment les rendre actifs pendant l'apprentissage tout en gardant une gestion de classe qui permette de diminuer l'écart d'apprentissage entre les filles et les garçons. Les enfants ont ce besoin de bouger et de s'exprimer pour construire leurs propres identités et personnalité. Dès que la cloche sonne, presque tous les enfants courent dans la cour d'école, et ce, durant toute la durée de la récréation. Peut-être manquent-ils quelque chose dans la classe? Leur besoin de bouger ne semble pas assouvi entièrement. D'ailleurs, la réforme de l'éducation instaurée à l'école primaire en 2001 au Québec vise à rendre l'enfant actif dans son apprentissage, mais selon mon expérience, cet aspect n'est pas priorisé dans toutes les sphères d'apprentissage des élèves.

La troisième raison est que je suis une personne qui apprend davantage par le mouvement, spécialement concernant la discipline de la mathématique. J'ai besoin de griffonner entièrement ma démarche, de déplacer des objets pour mieux visualiser une notion ou un problème. Apprenant plus naturellement de cette manière, j'ai une forte tendance à enseigner, de prime abord, de cette façon. Ainsi, j'enseigne régulièrement les mathématiques en faisant manipuler les élèves. Toutefois, je me suis souvent questionnée s'il n'y avait pas des moyens de les rendre encore plus actifs dans le mouvement, tout en assurant l'apprentissage des mathématiques, qui souvent, par expérience, décourage et rend la tâche difficile aux élèves. Les mathématiques constituent une discipline fascinante que certains enfants perçoivent négativement

parce qu'elles sont le symbole d'exercices interminables et fastidieux et pourtant, elles revêtent une importance capitale dans la vie de tous les jours, le développement du cerveau, de même que pour l'apprentissage d'autres matières.

Bref, étant une personne qui baigne dans le mouvement et aussi une enseignante qui intervient régulièrement en ayant recours au mouvement, j'ai eu envie d'explorer une approche didactique qui semble encore trop peu utilisée dans les classes du Québec et qui pourrait avoir des répercussions positives sur les élèves.

Compte tenu de ma passion pour le mouvement et de mon intérêt pour les mathématiques, je propose de mener un projet portant sur l'apprentissage de la valeur de position en arithmétique par une approche kinesthésique chez les élèves du deuxième cycle du primaire. Partant de mes expériences et de mes impressions, j'ai documenté le contexte actuel de l'éducation qui me préoccupait et qui soutenait mes questionnements de départ conditionnant mon projet. Dans la problématique au chapitre 1, il sera question des orientations actuelles de l'éducation au Québec par rapport à l'élève actif dans son apprentissage, des différences entre les garçons et les filles du point de vue de l'apprentissage et de l'abstraction des mathématiques. Pour terminer cette section, la question de recherche et ses pertinences sociale et scientifique seront justifiées. En deuxième lieu, les différents concepts relatifs à l'intelligence kinesthésique, à l'assimilation de connaissances, aux mathématiques, à l'arithmétique et à la valeur de position ainsi qu'au corps et au mouvement (cœur du mémoire) seront étayés dans le cadre conceptuel au chapitre 2. Cette section se termine avec les objectifs de la recherche. En troisième lieu, le chapitre de la méthodologie permettra d'établir les fondements de cette recherche ainsi que les différentes étapes à franchir pour obtenir des résultats. Il y sera question de l'approche générale de recherche, du contexte, de la sélection des participants, de la collecte de données, des limites de l'étude ainsi que du déroulement précis de l'expérimentation. En quatrième lieu, les résultats seront présentés au chapitre 4 en débutant par un bref

portrait des classes participantes. Ensuite, par l'entremise des résultats recueillis, les sous-thèmes suivants seront développés : la définition de l'apprentissage kinesthésique, la préparation du corps en vue de l'apprentissage d'un concept mathématique, l'apport du corps en mouvement dans l'engagement des élèves, le rapport à l'environnement par le corps en mouvement et, finalement, le rapport au raisonnement mathématique sous l'influence du corps en mouvement. En cinquième lieu s'inscrira la discussion au chapitre 5 où trois chemins entre l'action et l'apprentissage seront discutés : le jeu, l'attention et la construction. En dernier lieu, la conclusion permettra de clore le projet de recherche tout en ouvrant sur de nouvelles perspectives.

Pour conclure cette introduction, la quête ultime de cette recherche est d'observer comment le mouvement peut avoir une influence sur l'apprentissage des mathématiques et comment il se manifeste chez les élèves.

CHAPITRE I

LA PROBLÉMATIQUE

Depuis le début des années 2000, le monde de l'éducation au Québec change de façon accélérée. Toutes les sphères de ce domaine doivent répondre à de nouveaux besoins tels que le soutien accru que nécessitent les élèves intégrés en classe ordinaire, l'obligation d'évaluer un grand nombre de compétences disciplinaires ou le manque de ressources didactiques. La diversité et la quantité de ces nouveaux besoins demandent une mobilisation concertée autant de l'équipe enseignante que de la direction, des parents et des ressources spécialisées (orthopédagogue, orthophoniste, technicien en éducation spécialisée ou psychoéducateur). Pour certaines équipes enseignantes, des changements devraient être apportés tant au niveau de la planification, de l'organisation, de l'intervention qu'au niveau des apprentissages. Pour d'autres, les ressources spécialisées sont déjà mises en place. Dans ce contexte, les enseignants du primaire sont appelés à se questionner sur la réalité actuelle qui se transforme d'année en année et à s'y adapter dans la mesure du possible et selon leur formation.

La problématique de recherche vise à questionner certains phénomènes et les orientations éducatives qui caractérisent le monde actuel de l'éducation au Québec. Parmi ces phénomènes et orientations, le paradigme de l'apprentissage, la question de l'apprentissage des garçons à l'école primaire et l'enjeu de l'apprentissage de l'abstraction des mathématiques seront développés. Ces trois phénomènes sont reliés à la réussite de tous les enfants au centre de leur apprentissage.

1.1 L'enfant actif au centre de son apprentissage

Selon les orientations du Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport du Québec (MELS, 2006) en vigueur à ce jour, l'école québécoise a trois missions: instruire, socialiser et qualifier. La mission *Instruire* décrite dans le Programme de formation de l'école québécoise exige des établissements scolaires qu'ils s'assurent du développement intellectuel et de l'acquisition de connaissances de l'ensemble des élèves. Cette mission vise à « réaffirmer l'importance de soutenir le développement cognitif aussi bien que la maîtrise de savoirs » (*Ibid*, p. 3). Il vise également la préoccupation des enseignants pour la mobilisation et l'activation de processus mentaux nécessaires à l'apprentissage de savoirs. Le Programme de formation de l'école québécoise implanté en 2001 s'appuie sur un paradigme maintenant centré sur l'apprentissage, plutôt que sur le paradigme de l'enseignement qui prédominait auparavant dans le système d'éducation. Ce paradigme s'appuie sur le constructivisme et se veut être un processus dynamique dans lequel l'enfant « construit ses connaissances à travers sa propre activité et l'objet manipulé est sa propre connaissance » (Lafortune et Deaudelin, 2001, p. 23). L'apprenant structure sa connaissance à partir de ses expériences et de ses connaissances antérieures (*Ibid*). L'élève devient l'artisan de sa propre pensée. Il ne peut pas photographier un savoir, mais pourrait le lier à des acquis antérieurs et interpréter le savoir selon son expérience. Pour ce faire, l'élève devrait être au centre de son apprentissage pour développer son autonomie afin qu'il se sente responsable de son avancement (Beaupré, 2009). Pour que l'enfant ait cette perception de lui-même, il est préférable qu'il soit actif dans son apprentissage pour intégrer de nouvelles notions (Sousa, 2010). Même Laban (Hodgson et Preston-Dunlop, 1991), grand penseur de la danse, percevait déjà dans les années 1940 l'importance de l'apprentissage de concepts par les gestes dans une bonne ambiance scolaire. Kahn (2004), chercheuse en sciences de l'éducation qui se penchait sur la réforme en Belgique mentionnait que ce qui pose problème est que les enseignants ne savent pas toujours comment appliquer les

grands fondements d'une réforme concrètement dans leur classe et il en résulte un écart entre la réforme et les enseignants et même entre les enseignants eux-mêmes qui ne partagent pas la même vision. Certains sont davantage axés sur l'apprentissage et d'autres sur l'enseignement. Certains prévoient un enseignement structuré et d'autres des contextes d'apprentissage dans lesquels l'enfant est actif. Selon Nash (2009), le fait d'être actif dans son apprentissage offre trois avantages : soutenir l'apprentissage, accroître la mémoire et la rétention et finalement augmenter la motivation et le moral. Nash poursuit en précisant que pour être actif, l'enfant devrait pouvoir échanger avec ses pairs, bouger, expliquer, démontrer, chanter, rire, travailler en équipe, écrire, dessiner, etc. D'après Lafortune et Deaudelin (2001), dans la pratique, il serait conseillé de choisir des approches pédagogiques qui demanderaient le plus possible à l'apprenant d'être actif dans sa structuration du sens qu'il donne aux informations reçues et qu'il remette en question ses conceptions. Les enseignants gagneraient donc à trouver des approches pour répondre davantage aux besoins spécifiques actuels des enfants et aux orientations du ministère.

Bref, le ministère de l'éducation, du loisir et du sport (2006) propose une approche où l'enfant sera au cœur même de son apprentissage, responsable de construire ses différents schèmes de pensée pour qu'il devienne apte à utiliser ses connaissances par lui-même, bref « un programme qui reconnaît l'apprentissage comme un processus actif » (*Ibid*, p. 5). Ce processus actif ne signifie pas expressément le mouvement, mais ne l'exclue pas non plus. Le problème étant que cette approche exigée par le ministère n'est pas répandue dans toutes les classes selon mon observation.

1.2 L'apprentissage chez les garçons

Ayant davantage en tête les orientations du ministère de l'Éducation en ce qui a trait à l'enfant au centre de son apprentissage, il conviendrait de se questionner si cet enfant

peut être influencé selon qu'il est un garçon ou une fille et comment ces différences peuvent être prises en compte dans l'enseignement.

Plusieurs études dont celle de Jerre Levy (1985) et celle de Kimura (1992), toutes deux présentes dans les écrits de Sousa (2002), se sont penchées sur les différences entre les garçons et les filles et plus spécifiquement sur leur style d'apprentissage et leurs capacités, pour se rendre compte qu'il y a des différences significatives entre les deux et donc, que les enseignants doivent s'adapter à ces différences. Sur le plan physiologique, selon James et *al.* (2011), l'hémisphère droit, partie du cerveau comprenant le langage, se développerait plus vite chez les jeunes filles que chez les garçons. Cet avantage permettrait aux filles de comprendre plus rapidement l'enseignement direct qui est plus verbal. Quant aux garçons, ce serait l'hémisphère gauche, région du cerveau servant aux habiletés spatiales, qui se développerait en premier. Les garçons seraient donc meilleurs pour lancer une balle, assembler des blocs *Lego* ou grimper, par exemples. L'école occidentale d'aujourd'hui valorise davantage l'aspect langagier que l'aspect spatial, ce qui favorise l'apprentissage scolaire des filles. Le lobe frontal servant à la prise de décisions serait développé plus vite chez les filles que chez les garçons, ce qui faciliterait leur attention en classe contrairement aux garçons qui seraient plus impulsifs et qui se laisseraient déconcentrer facilement par l'environnement extérieur. Gurian et Henley (2001) ajoute que les garçons, ayant une maturité et un contrôle d'eux-mêmes moins développé que les filles lorsqu'ils sont jeunes, auraient aussi plus de difficulté à se contenir et ainsi à respecter les règles de vie d'une classe. Ces dérangements empêcheraient l'apprentissage optimal de ces derniers.

Sur le plan sociologique, Lajoie (2003) constate que les garçons font face à une représentation marquée du modèle féminin dans les classes et même dans les écoles. Cette présence disproportionnée de femmes chez le corps enseignant ne permettrait

pas le développement optimal des garçons puisque ces dernières enseigneraient selon leur nature et donc davantage vers une approche féminisée de l'apprentissage, c'est-à-dire plus calme, plus directe, plus passive. Selon Reichert et Hawaley (2010), les garçons ont un plus grand besoin de bouger que les filles et ainsi l'enseignement aurait avantage à en prendre compte et permettre aux jeunes garçons de manipuler et d'utiliser leur corps pour apprendre, ce qui ne semble pas être le cas aujourd'hui ou du moins ce n'est pas très documenté. Bref, les garçons ont besoin d'être captivés, d'être suscités par le plaisir d'apprendre et d'avoir le goût de l'effort (St-Amant, 2007), ce qui peut être également applicable pour les filles. Une intégration accrue d'activités motrices en classe régulière pourrait répondre à certains de ces critères de réussite pour les garçons. Selon James (2007) : « la façon dont les garçons apprennent le mieux est par la manipulation de leur environnement »³. Il ajoute, par ailleurs, que « la plupart des garçons apprennent bien par des activités de manipulation. Si les garçons sont capables de manipuler le matériel, ils sont plus sujets d'acquérir la connaissance »⁴.

Il convient de se questionner maintenant sur les différentes approches que l'on peut utiliser pour permettre aux élèves de mieux apprendre, que ce soit des garçons ou des filles, et que celles-ci correspondent bien aux deux genres pour permettre à tous de réussir, et ce, dans le cadre de cette recherche, principalement en mathématique.

1.3 Les difficultés reliées aux mathématiques

Généralement, les classes comprennent plusieurs enfants qui présentent chacun des caractéristiques spécifiques sous les caractéristiques générales liées à leur sexe.

³ Traduction libre de la chercheuse. Texte original : « the way that boys learn best is to manipulate their environment » (p. 39).

⁴ Traduction libre de la chercheuse. Texte original : « most boys learn well through hands-on activities. If boys are able to manipulate the materials, they are much more likely to acquire knowledge » (p.43).

L'apprentissage est bénéfique s'il est adapté en fonction de ces caractéristiques générales et spécifiques. Cette réussite dépend d'un facteur non négligeable, soit celui de la compréhension de chacune des disciplines au programme. Selon le MELS (2006), « la mathématique, source importante de développement intellectuel, est un élément déterminant de la réussite scolaire » (p. 124). Le MELS poursuit : « la pratique de la mathématique fait appel à l'abstraction » (*Idem*). Cette discipline a été développée à la suite de raisonnements logiques reliés à plusieurs branches : l'arithmétique, la géométrie, la statistique et la probabilité. « Bien que son enseignement gagne toujours à prendre appui sur des situations et des objets concrets, il doit néanmoins se donner comme objectif de traiter dans l'abstrait des relations entre les objets ou entre les éléments d'une situation » (*Idem*). Cette abstraction des mathématiques en décourage plus d'un. Selon Piaget (1977), l'abstraction ne peut être une pure lecture, elle est plutôt issue d'un processus d'assimilation mettant en branle des liens, des significations et des réseaux pour émettre quelques propriétés de l'objet. Ainsi, l'abstraction nécessite une activité cognitive du sujet. En se concentrant sur les mathématiques, le Programme de formation de l'école québécoise (2006) mentionne que

La pratique de la mathématique fait appel à l'abstraction. Bien que son enseignement gagne toujours à prendre appui sur des situations et des objets concrets, il doit néanmoins se donner comme objectif de traiter dans l'abstrait des relations entre les objets ou entre les éléments d'une situation (p. 124).

De ce fait, l'abstraction peut être un obstacle intellectuel chez certains élèves, mais doit être considérée comme un but à atteindre et non à éviter. La progression des apprentissages au primaire en mathématique (MELS, 2009) suit la même ligne de pensée en mentionnant que cette discipline comprend des objets d'étude abstraits. Elle propose à l'enseignant de fournir à l'élève, de manière graduelle, des situations concrètes et personnelles, puis de se diriger vers la manipulation, l'exploration, la

construction pour aider l'enfant à se forger des liens entre les notions et organiser mentalement les concepts pour parvenir progressivement à l'abstraction.

Dans la salle de classe, l'enseignement des mathématiques au primaire a souvent occasionné des incompréhensions qui provoquent des lacunes pour l'assimilation de concepts dans le reste de la scolarité. Par exemple, un enfant qui n'a pas bien compris qu'une dizaine comporte 10 unités éprouvera des difficultés à comprendre comment additionner deux nombres à deux chiffres ($23 + 25$). Le fait de ne pas voir la quantité en réel et ne voir que sa représentation en symbole peut rendre les tâches difficiles en mathématiques pour certains élèves. D'après Twomey Fosnot et Dolk, chercheurs en didactique des mathématiques (2010), pour bien comprendre cette discipline, il faut être en mesure de faire des liens entre les concepts, de se les approprier et de les réinvestir. Les enfants ont intérêt à schématiser et à structurer leurs connaissances de manière à ce qu'il y ait un sens à tout nouveau contenu appris. Bednarz et Janvier (1984a), professeures et chercheuses en didactique des mathématiques à l'Université du Québec à Montréal, mentionnent que les enfants éprouvent des difficultés à faire des groupements et à effectuer différentes tâches par rapport à ces groupements. Les élèves voient « un ensemble de chiffres occupant des positions prescrites et non un code significatif » (p. 25). Ceci entraîne une mauvaise compréhension du nombre et une difficulté à le travailler par la suite. Face à ce constat, il convient de trouver des méthodes d'enseignement pour faciliter l'intégration de concepts mathématiques plus abstraits, mais considérés de base pour améliorer l'apprentissage par la suite. Toujours selon Twomey Fosnot et Dolk (2010), « les mathématiques ont été enseignées dans nos écoles comme s'il s'agissait d'une langue morte. Un sujet que des mathématiciens du passé, morts pour la plupart, avaient créé, un sujet qui devait être appris, faire l'objet d'exercices et être appliqué » (p. 15). Cette façon de voir les mathématiques les rend extérieures aux enfants et les rend inintéressantes et moins accessibles. Par leur mouvement, il y aurait peut-être moyen de les rendre plus

concrètes et proches de leur réalité. Il serait pertinent que les mathématiques soient perçues comme une continuité dans le développement de l'enfant et non comme une accumulation de contenu. De cette manière, l'apprentissage se voudrait fluide et suivant le développement cognitif de l'enfant. Selon Sousa (2010), la difficulté des mathématiques est liée à deux facteurs majeurs : la matière abstraite qui fait appel à une pensée logique et ordonnée et les divers symboles peu concrets qui ressemblent à une langue étrangère.

Plus précisément, le concept du dénombrement, celui qui est à la base de la mathématique, est très long à acquérir et les enseignants passent souvent trop vite sur ce concept, ce qui crée d'énormes lacunes lorsqu'il est temps de faire de la résolution de problème et de comprendre, par exemple, qu'une dizaine vaut plus qu'une unité (valeur de position). Twomey Fosnot et Dolk (2010) précisent à cet égard que « le sens du nombre est un horizon difficile à atteindre pour les enfants. De la même manière qu'ils ont du mal à apprendre à marcher, ils se démènent pour comprendre cette notion apparemment illusoire qu'est la quantité » (p. 57).

1.4 La question de recherche

Pour proposer une piste de solution aux différents problèmes soulevés et mis en relation précédemment, une expérimentation de l'approche kinesthésique en contexte d'apprentissage de concepts mathématiques a été effectuée. Cette approche prend appui sur le mouvement et sur la conscience corporelle. Le projet a été mené dans le but de permettre à des élèves du deuxième cycle du primaire d'explorer en mouvement et spatialement un concept mathématique prescrit dans le Programme de formation de l'école québécoise, c'est-à-dire la valeur de position. Ce concept sera ultérieurement précisé dans le cadre conceptuel.

Considérant la nature expérientielle de ce projet et la prise en considération des orientations éducatives et phénomènes suivants : l'enfant au centre de son apprentissage, les modes d'apprentissage des garçons ainsi que l'abstraction des mathématiques, la question de recherche se formule comme suit : Comment une approche kinesthésique influence-t-elle l'intégration des connaissances en arithmétique chez les élèves du deuxième cycle du primaire? L'hypothèse de recherche prétend qu'une approche kinesthésique influencerait positivement l'intégration de connaissances liées à l'arithmétique.

1.5 La pertinence sociale et scientifique

La pertinence sociale de cette recherche s'appuie sur l'expérimentation d'une approche kinesthésique dans le but d'enrichir le répertoire d'activités d'apprentissage déjà disponible pour l'enseignement de concepts mathématiques et de servir de guide pour les écoles désirant l'intégrer comme approche. Le projet vise également à fournir des outils aux enseignants, de même qu'à enrichir la formation des maîtres. Cette approche pourrait faciliter la construction d'un concept mathématique et son appropriation par des élèves du primaire, ce qui va dans le sens de la réussite pour tous, exigence de la Réforme en éducation implantée en 2001 au Québec. À plus large échelle, il peut aider à prévenir le décrochage des garçons.

Quant à la pertinence scientifique du projet, cette recherche exploratoire vise à enrichir les sciences de l'éducation pour les différentes approches d'enseignement selon les styles d'apprentissage des enfants. Ce projet se dirigera peut-être vers des études visant à documenter la recherche dans le domaine de la neuroéducation et celui de la didactique des mathématiques et du même coup nourrir le champ de recherche sur la réussite des élèves. Aucune étude actuelle porte expressément sur le lien entre le mouvement et la numération positionnelle, d'où la création de ce projet.

La problématique de cette recherche s'articule autour des problèmes suivants : la difficulté à appliquer les grands fondements de la Réforme de manière consensuelle, de trouver des approches qui tiennent compte des caractéristiques des garçons et des filles, le mode de fonctionnement de l'école qui valorise l'aspect langagier plus que l'aspect spatial qui avantage les filles, la présence disproportionnée de femmes dans l'enseignement, l'enseignement complexe des mathématiques tout au long du parcours scolaire par la difficulté de son abstraction et l'enseignement des mathématiques peu adapté pour susciter l'intérêt des élèves. De l'observation de ces divers problèmes ont découlé la question de recherche et la pertinence sociale et scientifique.

CHAPITRE II

LE CADRE CONCEPTUEL

L'approche kinesthésique est l'ensemble des dispositifs et des activités permettant un apprentissage par le mouvement et donc par l'élément sensoriel du toucher et de la proprioception de son corps dans l'espace. Au lieu d'enseigner exclusivement de manière orale et écrite, l'enseignant utilisera son corps et celui des élèves pour mieux intégrer les concepts. Plusieurs ouvrages et articles scientifiques (April, Gentaz, Laban, Shoval, James, Allison et McKenzie) portent sur l'approche par le mouvement ou aussi nommée kinesthésique, mais peu de recherches ont été effectuées dans l'objectif de connaître les avantages et les limites d'une approche où le concept est préétabli et où l'objectif est véritablement d'observer la compréhension du concept par le mouvement. Plusieurs écrits proposent des activités à faire, mais sans en noter les points positifs ou négatifs.

Plusieurs concepts sous-tendent cette approche kinesthésique et permettent de mettre en contexte ses fondements pour mieux l'observer et la comprendre dans la relation humaine. Tout d'abord, il sera question de l'intelligence kinesthésique à la section 1 développée par Gardner et d'autres auteurs et de sa manifestation chez l'enfant. S'il est intéressant de se pencher sur un certain type d'intelligence, il sera d'autant plus intéressant de savoir comment le cerveau développe un apprentissage et permet cette intelligence à la section 2. Dans cette section, il sera également question de la compréhension spécifique des mathématiques. La section 3 dédiée à la mathématique, l'arithmétique et la valeur de position viendra compléter le tour d'horizon de la discipline pour mieux cibler son fonctionnement, ses difficultés et ainsi saisir

davantage l'objet d'étude de cette recherche. Finalement, au cœur même de la recherche: le corps et le mouvement. Dans cette quatrième et dernière section se trouvera l'apprentissage par le mouvement et l'importance de ce dernier pour l'enfant en développement. Ce cadre conceptuel vise à permettre au lecteur de se placer dans le contexte actuel de la recherche qui entoure le thème abordé dans ce mémoire.

2.1 L'intelligence kinesthésique

Bien centrée sur l'objet d'étude qui est d'observer comment un apprentissage par le mouvement peut faciliter l'assimilation des connaissances en mathématique, l'intelligence kinesthésique se veut une introduction au concept de l'apprentissage par le mouvement et est fondamentale pour bien comprendre la particularité des enfants qui la possèdent à des degrés divers.

Un des premiers théoriciens qui a introduit l'idée d'une intelligence du mouvement est Gardner (1983), professeur en éducation. Il avançait que l'humain possède plusieurs intelligences (ex. : musicale, linguistique, spatiale, etc.) et qu'un être intelligent développe plusieurs d'entre elles. L'intelligence kinesthésique est tout ce qui a trait à la coordination du corps, la motricité, la représentation d'un objet par le corps, les expressions faciales, etc. Selon Gardner (1983), l'intelligence kinesthésique possède quelques caractéristiques spécifiques.

La caractéristique d'une telle intelligence est l'habileté à utiliser son corps de différentes manières avec une grande habileté, pour s'exprimer ou dans l'atteinte de buts précis. La caractéristique est aussi la capacité à travailler habilement avec les objets, à la fois ceux qui impliquent des mouvements de motricité fine de l'organisme⁵ (p. 206).

⁵ Traduction libre de la chercheuse. Texte original : « Characteristic of such an intelligence is the ability to use one's body in highly differentiated and skilled ways, for expressive as well goal-directed purposes. [...] Characteristic as well is the capacity to work skillfully with objects, both those that involve the fine motor movements of the body » (p. 206).

Il spécifie également qu'un mouvement est à moitié créé par le cerveau et à moitié par le corps, mais qu'ils sont constamment en interaction. Selon lui, le cerveau a une grande importance dans la compréhension et l'application du mouvement. Dans le cadre de ce projet de recherche, il s'avère intéressant d'observer comment l'utilisation du corps peut aider le cerveau à progresser vers l'abstraction de concepts mathématiques.

Gardner mentionne aussi Piaget dans ses écrits en avançant que cet auteur avait une pensée pour l'intelligence kinesthésique sans le savoir. Piaget (cité par Gardner, 1983) a écrit que la connaissance se construit dans le cerveau par la manipulation et par les expériences réelles. L'intelligence kinesthésique est tout à fait liée à cette manipulation d'objets externes au corps et permet au cerveau de se les approprier d'une façon différente.

Plus concrètement chez les enfants, Hourst (2006), chercheur en pédagogie nouvelle, mentionne que l'élève dont l'intelligence kinesthésique est développée « aime toucher, a un sens tactile bien développé, est habile en travaux manuels, aime les activités physiques et les sports de toutes sortes, préfère communiquer de l'information en montrant ou en construisant un modèle [...], apprend mieux en bougeant, en expérimentant par soi-même [...] » (p. 46). Pour l'enseignant, il est possible de détecter l'enfant qui a l'intelligence kinesthésique plus développée lorsqu'il est souvent agité, qu'il a besoin d'utiliser des gestes pour s'exprimer, qu'il aime toucher aux choses et incarner l'objet pour le désigner. Cet élève apprendra donc davantage en bougeant qu'en restant assis et sa mémoire du corps l'aidera à se rappeler ce qu'il a appris. Plusieurs parties du cerveau sont activées lorsqu'un mouvement est exécuté : « la ganglia à la base de chaque hémisphère, qui coordonne les systèmes sensoriels et moteurs, l'amygdale, dans le système limbique, qui fournit les réactions émotionnelles par le mouvement, le cortex moteur, qui code les

mouvements et les positions et le cerebellum, qui coordonne les mouvements automatiques » (p. 50). L'introduction du mouvement dans un apprentissage semble donc exciter plusieurs parties importantes du cerveau, favorisant la compréhension et la mémorisation à long terme de l'information.

Armstrong (1999), professeur en éducation et auteur de plusieurs ouvrages sur les intelligences multiples, précise que selon Gardner, chaque humain posséderait sept systèmes cérébraux fonctionnant séparément et que, au moment où un système est détérioré par un quelconque accident, les autres systèmes peuvent très bien fonctionner. C'est donc dire que l'apprentissage pourrait se produire dans les différents systèmes cérébraux et qu'un apprentissage dans plusieurs d'entre eux pourrait renforcer la compréhension de ce dernier. Dans les stratégies d'enseignement proposées par Armstrong pour stimuler l'intelligence kinesthésique, les élèves sont toujours actifs et les connaissances sont souvent associées à un mouvement ou à une partie du corps précise pour que la mémoire enregistre ce mouvement ou cette partie et qu'il constitue une référence pour la connaissance en question.

Campbell (1999), spécialiste en intelligences multiples, mentionne, pour sa part, en reprenant quelques-uns des propos de Gardner, que l'intelligence kinesthésique est la « capacité à manipuler des objets et d'avoir recours à diverses aptitudes physiques » (p. 3). Il ajoute aux propos de Gardner que cette intelligence est liée également à la notion du temps. L'apprenant kinesthésique aurait une habileté marquée à faire un geste dans l'espace et dans le temps avec une précision notable grâce à l'union de son corps et de son esprit.

Campbell, Campbell et Dickinson (2006) ont également apporté de nouvelles façons de voir l'intelligence kinesthésique, qu'ils appellent corporelle-kinesthésique. Ils avancent que l'école d'aujourd'hui valorise en priorité surtout deux sortes

d'intelligences : verbo-linguistique et logico-mathématique et, de ce fait, ne valorise pas autant les autres habiletés que les élèves peuvent posséder. L'apprenant peut comprendre et retenir l'information par de multiples façons autres que le visuel et l'auditif, mais également par les expériences multisensorielles, dont celles qui sont tactiles. L'intelligence corporelle-kinesthésique « comprend l'habileté à unir le corps et l'esprit [...] Les activités physiques permettent aux élèves de se concentrer; elles aident à mémoriser en encodant profondément l'apprentissage dans la neuromusculature corporelle. Nous possédons tous une « mémoire musculaire » qui peut être efficacement appliquée à l'apprentissage de sujets scolaires » (p. 71). Dans une thèse du champ de la danse, Boucher (2002) mentionne que parmi tous les sens connus, le sens commun est celui qui « permet d'unifier les informations provenant des sens externes qui sont dirigés vers les sens internes à partir desquels les activités conscientes s'établissent » (p. 63), d'où l'importance d'activités multisensorielles.

Sprenger (2010) ne mentionne pas le terme intelligence multiple, mais compare les différents styles d'apprentissage et s'attarde, du coup, au style kinesthésique. Elle énumère quelques caractéristiques communes pour déceler un apprenant kinesthésique. En voici quelques-unes : bouge beaucoup, souvent affalé sur sa chaise, est distrait par des variations qui affectent son confort, nécessite des expériences pratiques, se distrait lui-même par ses gestes, dit souvent qu'il a besoin d'exemples concrets, etc.

Les différents auteurs s'entendent sur un point, l'intelligence kinesthésique se manifeste par une facilité à utiliser son corps pour accomplir une action, qu'elle soit sportive, artistique ou scolaire. L'enfant qui a une intelligence kinesthésique développée aura un besoin plus important de toucher et c'est pourquoi il faut en tenir compte dans la planification d'activités scolaires, y compris celles qui mobilisent particulièrement la pensée abstraite.

2.2 L'assimilation de connaissances

Bien entendu, chaque enfant a ses forces et ses faiblesses telles que l'intelligence kinesthésique plus ou moins développée, mais il faut également comprendre comment le cerveau assimile les connaissances pour répondre adéquatement aux besoins de l'enfant qui apprend par son corps. Il sera maintenant question du chemin entre l'information sensorielle et le cerveau.

L'apprentissage est un concept très vaste qui comporte plusieurs processus mentaux nommés sous des terminologies différentes. Les auteurs utilisent les terminologies de multiples façons. Cette variété de définitions rend le concept difficile à définir. Voici quelques définitions pour comprendre chacun des éléments. Legendre (2005), dans son dictionnaire de l'éducation, définit le grand concept de l'*apprentissage* comme suit :

Acte de perception, d'interaction et d'intégration d'un objet par un sujet. Acquisition de connaissances et développement d'habiletés, d'attitudes et de valeurs qui s'ajoutent à la structure cognitive d'une personne. Processus qui permet l'évolution de la synthèse des savoirs, des habiletés, des attitudes et des valeurs d'une personne (p.88).

En décortiquant le terme apprentissage, la notion d'*acquisition* y joue un rôle en tant qu'opération ou action mentale inconsciente qui se fait naturellement tel l'apprentissage de la marche. Puis, vient se greffer le terme *intégration* qui signifie insérer une nouvelle connaissance aux anciennes acquisitions pour bien l'identifier par la suite. Toujours dans Legendre (2005), la *compréhension* fait également partie de l'apprentissage et s'interprète comme l'élaboration d'un ensemble cohérent de concepts pour bien le représenter et pouvant aider à un apprentissage ultérieur. Finalement, la *rétenion scolaire* peut se définir de différentes manières, soit comme une persévérance scolaire ou dans le sens d'intégration et de mémorisation (Sousa,

2010). Tous ces termes démontrent que le terme apprentissage est complexe et se définit de différentes manières.

L'apprentissage n'est pas un nouveau sujet de réflexion. Piaget (1970), tout d'abord biologiste puis épistémologue suisse, innovait avec ses stades d'acquisition de la connaissance. Ces différents stades permettent d'établir où l'enfant de 9-10 ans, sujet de l'étude, est censé se situer dans son développement cognitif.

Tableau 2.1⁶

Stades d'acquisition de la connaissance (Piaget, 1970)

Niveaux	Caractéristiques
Sensori-moteurs	Sans en être conscient, l'apprenant, par ses actions avec l'environnement, reçoit des informations et les emmagasine. La distinction entre l'objet et le sujet apparaît doucement.
Pensée préopératoire (2 à 4 ans)	C'est la naissance des premiers instruments d'interaction cognitive pour l'individu et de préconcepts. L'objet devient intériorisé.
Second préopératoire (5-6 ans)	L'objet est moins centré sur soi et permet d'établir des liaisons objectives. Cette objectivation modifie la nature des classifications, elles ne sont plus figurales et ne dépendent plus de la configuration spatiale
Opérations concrètes (7-8 ans)	Les actions sont intériorisées et même conceptualisées. L'individu se crée des schèmes de pensée, structure et organise ses idées. Il parvient à réfléchir et à comprendre la globalité au lieu d'un objet précis.
Second opérations	L'individu a développé sa perspective spatiale et peut

⁶ Inspiré de Piaget, J. (1970). *Le comptage: vers la construction du nombre*. Paris: Éditions De Boeck Université.

concrètes (9-10 ans)	comprendre des changements de points de vue. Les structures opératoires déjà débutées sont complétées et maintenant stables. (Stade étudié pour l'expérimentation)
-------------------------	--

Malgré les stades communs établis par Piaget, Sprenger (2010), consultante en éducation et neurosciences et professeure en stratégies cognitives, de son côté, se penche sur les différents types d'apprenants. Selon elle, pour dresser un profil d'apprenant, il faut s'attarder à la façon dont l'enfant reçoit l'information, l'organise et l'exprime par la suite. Si la modalité sensorielle préférée d'un élève est kinesthésique, la plus grande partie de son organisation sera kinesthésique. D'ailleurs, l'attention sera plus grande si l'élève est stimulé par sa modalité sensorielle préférée. Tout d'abord, l'information parvient au cerveau par un des sens sollicités en passant par le tronc cérébral jusqu'au thalamus. Ensuite, l'information kinesthésique est traitée dans l'aire motrice par le cervelet. Si l'information requiert une action immédiate, le cerveau envoie les signaux nécessaires, sinon elle sera stockée dans le néocortex.

Goldstein (1996), spécialiste en thérapie par la danse et le mouvement, suit la même ligne de pensée en ce sens que les apprenants ont plusieurs styles d'apprentissage. Il les catégorise selon lui tels que visuel, auditif et tactile. Lorsqu'un enfant est en difficulté, il est important de se questionner sur la cause du problème. Il est probable que l'enseignement qui est fait selon un type de perception, visuelle, auditive ou tactile, ne corresponde pas au style d'apprentissage de l'enfant en question et que l'information ne puisse pas être traitée aussi bien que pour les autres enfants. Ainsi, il est primordial d'enseigner de différentes manières avec différentes approches.

Sur le plan empirique, Gentaz (2009), chercheur en psychologie et en neurocognition, fait référence à des études de longue date telles que celles de Montessori (1912) et de Fernald (1943), philosophes de l'éducation, pour mentionner que des effets

bénéfiques ont été observés lorsque les enfants en apprentissage de la lecture pouvaient toucher et tracer les différentes lettres à l'aide de leurs mains (technique nommée visuohaptique) et ainsi sentir le mouvement et le mémoriser dans la mémoire motrice.

Le sens haptique, compte tenu de ses caractéristiques de fonctionnement, faciliterait le lien entre les traitements visuel et auditif. [...] Le sens haptique peut traiter les mêmes informations spatiales que la vision, puisque l'exploration ne se déroule pas de façon linéaire. Alors que pour l'audition, l'ordre d'apparition des stimuli est porteur de sens, la main peut revenir en arrière et explorer plusieurs fois la même partie d'un objet (comme une lettre). En conséquence, le sens haptique pourrait jouer un rôle de « ciment » entre les entités visuelles et les entités auditives » (p. 84).

En continuant dans le domaine de la lecture, les enfants ayant travaillé avec l'approche haptique seraient plus en mesure de discriminer les formes et les orientations. En ce qui concerne l'apprentissage des formes géométriques, la manipulation de ces dernières améliorerait la bonne reconnaissance des formes chez les enfants selon l'étude de Gentaz (2009).

Les écrits de Berthoz (1993) complètent les résultats de Gentaz, bien que plus anciens, sur l'interaction entre l'approche visuelle, auditive ou kinesthésique. Un mouvement de tête, par exemple, pourrait être produit à la base par un stimulus visuel tel que l'imitation d'une personne devant soi, pourrait aussi être déclenché par un stimulus auditif comme un ordre verbal ou pourrait même être une réaction à un stimulus corporel si une personne touche et dispose son corps d'une manière particulière. La navigation spatiale ou orientation peut être modifiée par plusieurs dispositifs sensoriels et dirigent les différentes actions de la personne concernée. Ainsi, comme le mentionnait également Goldstein (1996), l'apprentissage pourrait être mieux compris, si stimulé par divers récepteurs sensoriels dont ceux qui sont corporels.

Selon Pailhous (1982), chercheur en mouvement et perception, et Cavallo (1982), chercheur en psychologie cognitive, lorsqu'un événement survient, les sens entrent en jeu et nous envoient une information bien précise selon le sens évoqué et selon l'évènement.

Les propriétés de l'espace retenues, sélectionnées, filtrées par les modalités visuelle, tactilokinesthésique, auditive, ne sont pas identiques. Elles ont bien entendu des points communs [...], mais elles ont des différences. La profondeur, par exemple, se présente très différemment projetée sur la surface de la rétine ou palpée par la main (p. 461).

Donc, un apprentissage qui est à la fois intégré au niveau visuel, auditif et kinesthésique sera mieux ancré puisqu'il rejoint différentes facettes du cerveau et ainsi contribue à l'apprentissage d'un concept mathématique.

Outre les capacités visuelles, auditives et tactiles, Potvin, Riopel et Masson (2007), chercheurs en neuroéducation des sciences, remettent à la surface un sens peu mentionné dans les ouvrages éducatifs (selon eux) qui est celui de la proprioception. Ce sens permet à l'individu de ressentir les différences de tension, de pression, la posture, l'équilibre, etc. Aucun autre sens ne peut avertir la personne qu'une balle est lourde, par exemple. Cette prise de conscience pourrait avoir des répercussions sur l'enseignement.

L'apprentissage proprioceptif engage la personne (ne demandons-nous pas souvent de joindre le geste à la parole?) et stimule sa participation. La personne enregistre à la fois les « dérangements » du milieu extérieur, mais aussi les mouvements volontaires et l'ensemble des gestes commandés par l'esprit, mais aussi de l'ensemble des sensations musculaires associées à ces pensées. Le geste, en soi, devient un élément de souvenir, donc de savoir antérieur, et il pourrait former un concept autonome à la pensée! (p. 79)

Ces auteurs développent l'enseignement des sciences, mais l'approche kinesthésique, telle que vue dans ce projet, peu importe la discipline, rejoint à la fois le sens du toucher et le sens de la proprioception lorsque l'enfant est engagé dans sa globalité

corporelle. Rouquet (1991) s'intéresse aussi à la proprioception qu'elle considère importante dans tout apprentissage physique.

Kosslyn (2001), psychologue et chercheur en imagerie mentale, apporte une nouvelle facette aux sens évoqués en mettant de l'avant le terme perception. Il le définit ainsi. Tout d'abord, comme mentionné précédemment, une sensation est enregistrée lorsqu'un événement physique survient et active les récepteurs appropriés. Ensuite, lorsque le cerveau organise et interprète la sensation ressentie, à ce moment-là seulement, il peut être question de perception. Dans un apprentissage, la personne peut recevoir une information sensorielle comme voir quelque chose et lorsque son cerveau traite l'information et lui dit qu'il voit un tableau décoré, à cet instant, elle a une perception. Cette perception peut lui être utile pour compléter l'apprentissage sous toutes ses facettes sensorielles.

Une fois tous les sens activés et l'information rendue au cerveau, l'apprenant doit le mémoriser pour le retenir à long terme. D'après Sprenger (2008), l'apprenant possédant un style d'apprentissage davantage kinesthésique place l'information dans sa mémoire d'une différente façon que les autres apprenants et les moyens pour y arriver sont différents également. Quatre types de mémoire sont sollicités par l'apprenant kinesthésique. La première est la mémoire sémantique qui traite la plupart des informations envoyées aux élèves. Les jeux de rôle, les dessins, les sculptures peuvent aider ce style d'apprenant à retenir l'information. La deuxième est la mémoire épisodique, « parfois appelée autobiographique [qui] permet à un sujet de se rappeler des événements qu'il a personnellement vécus dans un lieu et à un instant donné » (Dubuc et Institut de Recherche en Santé du Canada, s.d.). L'apprenant devrait pouvoir situer l'apprentissage reçu dans un contexte précis de mouvement et d'intériorisation de l'événement dans son corps pour bien s'en souvenir. Changer d'emplacement dans la classe pour un apprentissage précis peut faciliter la mémoire

épisodique de la personne kinesthésique puisqu'il pourra relier des informations de temps et d'espace à la notion acquise. La troisième est la mémoire procédurale, mémoire qui « permet l'acquisition d'habiletés et l'amélioration progressive de ses performances motrices » (*Ibid*). Cette mémoire aide à se rappeler comment exécuter une séquence d'actions ou de gestes habituels. La création de mouvements ou de postures peut aider l'enfant à travailler sa mémoire procédurale. La dernière est la mémoire émotionnelle où l'enfant ressent ce qu'il vit pour s'en rappeler. L'apprenant kinesthésique aurait tendance à apprécier les jeux de rôles puisqu'ils impliqueraient une émotion souvent en interaction avec les autres. L'apprentissage par le mouvement toucherait à plusieurs de ces types de mémoire: la mémoire sémantique pour la visualisation de l'organisation du concept, la mémoire épisodique pour l'environnement précis dans l'espace de l'activité, la mémoire procédurale pour les étapes à franchir afin de réaliser le nombre et la mémoire émotionnelle pour l'interaction avec les autres élèves à placer. Ainsi, le cerveau pourrait parvenir plus rapidement à rechercher l'information.

Sousa (2002), consultant en éducation et enseignant, poursuit sur la rétention des apprentissages et évoque qu'elle dépend de plusieurs facteurs. Il est préférable que la notion ait un sens pour l'enfant et qu'elle soit utile selon sa perception. La découverte de la notion a avantage à être faite en période de grande écoute, c'est-à-dire au début d'une séance. La méthode d'enseignement affecte grandement la rétention. Sousa met en évidence la corrélation suivante : « les élèves sont plus engagés dans le processus et le taux de rétention s'accroît » (p. 102). L'apprenant, dans un apprentissage en mouvement, devrait donc obtenir une meilleure assimilation des connaissances, puisqu'il est davantage actif dans le processus lui-même. De récentes recherches, détaillées plus bas, ont apporté une nouvelle lueur sur la compréhension du cerveau en lien avec le mouvement. Lieury (2009), professeur en psychologie cognitive, mentionne que les neurones au niveau du cervelet établiraient des connexions entre

les voies sensorielles et motrices et ainsi certains mouvements deviendraient des automatismes. Sousa (2002) avance que les fibres nerveuses du cervelet (organe qui communique avec le cortex moteur pour assurer la coordination des fonctions motrices) communiqueraient avec d'autres régions cérébrales. C'est donc dire que les informations motrices captées par le cervelet pourraient être communiquées à des régions cérébrales autres telles que le langage, la logique, etc. Middleton et Strick (1998, cité dans Sousa, 2002) montrent que les signaux provenant du cervelet éveillent plusieurs zones cérébrales, éveillant du même coup l'attention, la mémoire, la perception spatiale ainsi que les fonctions cognitives des lobes frontaux (zones stimulées par l'apprentissage). Le mouvement permet un meilleur rappel de la mémoire à long terme puisque l'apprenant se rappelle davantage ce qu'il fait et stimule l'hémisphère droit qui permet de comprendre en globalité la notion.

Pour continuer dans les zones cervicales stimulées par l'apprentissage, l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE, 2007), avance que le lobe pariétal serait à la base de l'apprentissage de la numératie et également de la représentation spatiale, deux concepts convoqués dans cette présente recherche. Il y aurait une tendance généralisée à associer nombre et espace dans l'apprentissage. Une représentation dans l'espace d'un concept permettrait de modéliser concrètement des concepts abstraits et faciliter son appropriation.

Kirk, Macdonald et O'Sullivan (2006), tous chercheurs dans le domaine du corps et de l'activité physique, mentionnent qu'il existe un lien étroit entre le mouvement et l'apprentissage. Bouger produit des changements sur des mécanismes physiologiques tels que l'augmentation du sang au cerveau et des déplacements au niveau des neurotransmetteurs du cerveau. Ainsi, l'enfant est plus attentif à ce qui se passe parce que son cerveau est très alimenté en oxygène. Compte tenu des propos des auteurs de cet ouvrage, cela porte à croire qu'il est question de mouvement dans le cadre

d'activité physique. Ce type d'activité n'est peut-être pas comparable à la salle de classe. Malgré cela, une activité par le mouvement demande nécessairement un apport plus important en oxygène et permet une meilleure concentration.

Concernant l'assimilation des connaissances dans le domaine de la mathématique, les frères Lyons, Michel et Robert, créateurs de la collection *Défi mathématiques* (1998), ont séparé l'apprentissage en trois phases. La première étant le travail analogique où le cerveau reçoit toute l'information pêle-mêle. Ce dernier se pose plusieurs questions : comment dois-je ordonner tout ça? Est-ce que ça me rappelle quelque chose? Ensuite vient le travail logique où le cerveau se lance sur une piste et permet de désactiver certaines parties du cerveau pour mieux se concentrer sur d'autres. Le cerveau tentera d'ordonner les informations recueillies en les considérant une à une. Finalement, la dernière phase étant le développement d'un automatisme ou d'une connaissance, elle consiste à devenir efficace avec l'information nouvellement organisée. Bien que non scientifique, les auteurs Lyons ont innové en matière d'approche didactique en mathématique. Leur travail n'est pas à négliger.

Pour sa part, Sousa (2010) propose que les mathématiques soient enseignées à l'aide de modèles concrets plutôt qu'abstraits pour les jeunes de 6 à 12 ans. Les jeux de rôles (mises en situation à l'épicerie où l'enfant faisant le caissier doit additionner), les représentations corporelles (quatre enfants doivent former un carré avec leur corps), la manipulation (un enfant qui doit compter des macaronis et les mettre dans une boîte), etc. en sont des exemples. Sousa mentionne qu'un concept peut être présenté de diverses manières pour s'assurer qu'il soit compris en profondeur et sous tous ses angles.

Plusieurs auteurs ont écrit sur la connaissance, le développement du cerveau, l'apprentissage et même la réception et le traitement des informations sensorielles par

les divers organes du corps. Les recherches ont progressé au cours des années et contribuent à renouveler les connaissances. Encore faut-il s'entendre sur la définition du mot apprentissage. Les plus récents auteurs (Sousa, Sprenger, Institut de Recherche en Santé du Canada, Gentaz) affirment que plus les sens sont stimulés, plus la mémoire sera gravée par le souvenir et donc l'apprentissage sera présent à plus long terme. De plus, un apprentissage comprenant plusieurs informations sensorielles serait plus complet puisqu'il stimulerait davantage de régions cérébrales. Bref, l'assimilation de connaissances est un concept complexe et utile pour observer le processus d'apprentissage chez les élèves lors de l'activité par le mouvement prévue dans le projet de recherche.

2.3 Les mathématiques, l'arithmétique et la valeur de position

Après avoir étudié le fonctionnement du cerveau pour intégrer un nouvel apprentissage, étant donné que l'objet d'étude porte sur un concept mathématique, il va de soi de se pencher sur la discipline des mathématiques et les difficultés qu'elles comportent pour assimiler et comprendre le savoir à étudier. La prochaine section portera sur la valeur de position, son historique, sa complexité et comment parvenir à sa compréhension. Les mathématiques forment la science qui étudie la quantité et l'ordre ainsi que les objets abstraits tels que le nombre, la géométrie, les fonctions, etc., puis l'arithmétique est la partie des mathématiques qui étudie les propriétés et les relations élémentaires sur les nombres (Le Petit Robert, 2012). Quant à la valeur de position, elle sera décrite ultérieurement en détails.

2.3.1 L'évolution du système de numération

Twomey Fosnot et Dolk (2010) dépeignent un bref historique du système de numération utilisé en Occident qui présentent les différentes étapes par lesquelles passent les apprenants lors de la découverte de l'arithmétique. Tout d'abord, pendant

la préhistoire, les humains dessinaient l'objet en question, le nombre de fois désiré, par exemple quatre bœufs. Ifrah (1994), historien du nombre, mentionne que l'humain, à ce stade-là, connaissait un premier principe, appelé cardinal, voulant dire adopter dès le départ un « symbole-étalon » pour représenter l'unité et la répéter le nombre de fois désiré. Puis, l'humain a dû découvrir un deuxième principe pour évoluer en mathématique, le principe d'ordinal, voulant dire attribuer à chaque nombre un symbole particulier. Towmey Fosnot (2010) poursuit son historique avec l'époque des Babyloniens où les premiers symboles mathématiques représentant chacun l'unité ou la dizaine ont été créés pour faciliter la représentation de grandes quantités. Finalement, la notation positionnelle a fait son entrée avec la création du zéro, concept essentiel pour l'écriture positionnelle. Selon Ifrah (1994), cette procédure de position a également nécessité le principe de la base 10 qui date d'une époque assez lointaine où les bergers enfilait une pierre différente au collier des moutons lorsqu'ils changeaient de dizaines. Plusieurs civilisations ont utilisé la base 10 avec pour référence les deux mains qui totalisent 10 doigts. Les groupements sont à la base de notre système de numération, particulièrement ceux de 10. Towmey Fosnot (2010) fait le parallèle avec l'apprentissage de la numération. Les enfants passent par les mêmes stades que l'humanité a traversés au fil des époques. L'OCDE (2007) mentionne que les jeunes enfants sont déjà conscients du nombre d'objets qui les entourent. Ils apprennent en interaction avec leur environnement. Twomey Fosnot (2010) ajoute que beaucoup d'enfants, au tout début, n'arrivent pas à représenter une quantité voulue et produisent des dessins qui n'ont aucun lien avec la quantité à représenter. Lorsque l'enfant a acquis la correspondance terme à terme, c'est-à-dire qu'il arrive à dénombrer en prononçant un seul mot-nombre par objet, il parvient à dessiner chaque objet (représentation pictographique) et le bon nombre. Ensuite, les représentations deviennent iconiques, c'est-à-dire que les objets sont maintenant représentés par des symboles, par exemple de petits points ou des traits. Finalement, les enfants atteignent le stade où ils peuvent représenter une quantité totale avec un

seul symbole. Ils en sont maintenant à la compréhension du principe de cardinalité. Pour comprendre la valeur de position, les élèves doivent nécessairement avoir franchi tous les stades précédents concernant la compréhension du nombre, sa représentation, sa quantité, etc.

Van Nieuwenhoven (1999), chercheuse belge en didactique des mathématiques, s'intéressant à la construction du nombre, explique le comptage et son développement chez l'enfant, comptage signifiant l'acte de compter. Cette étape se produit souvent à l'oral lorsque l'enfant est encore très jeune. Il est capable à ce stade de nommer la chaîne sécable de nombres sans savoir la véritable signification de chacun correspondant à une série de mots. Ce qui est appelé « dénombrement » vient ensuite lorsque l'enfant comprend que le dernier mot-nombre utilisé signifie la quantité totale de la collection. Le tableau suivant place en stades successifs les étapes que l'enfant parcourt pour parvenir à la compréhension du dénombrement, partie essentielle de la compréhension du nombre et donc de la valeur de position.

Tableau 2.2⁷

Stades d'acquisition du dénombrement chez l'enfant

Stades du dénombrement	Explication
1. Ordre stable	Les mots-nombres sont une séquence stable.
a) Chapelet	a) Récitation numérique sans signification, ne réalise pas que c'est un ensemble de mots.
b) Chaîne non-sécable	b) Structure globale qui ne peut être produite qu'à partir du début, ne peut être brisée.
c) Chaîne sécable	c) Chaîne de liens connectés qui peut être entamée à n'importe quel point d'entrée, capable de dire le nombre après un mot-nombre donné.

⁷ Inspiré de Van Nieuwenhoven, C. (1999). *Le comptage: vers la construction du nombre*. Paris: Éditions De Boeck Université.

d) Chaîne dénombrable	d) Peut compter à partir de n'importe quel mot-nombre et ajouter ou enlever des nombres.
2. Correspondance terme-à-terme	Fait correspondre un seul mot-nombre à chaque élément de l'ensemble.
3. Cardinal	Comprend que le dernier mot-nombre signifie la quantité globale d'objets.
4. Abstraction	Ne tient pas compte de la couleur, de la forme, ni de la grosseur des objets.
5. Non-pertinence de l'ordre	Dénombrer peu importe l'ordre des objets.

Bernadz & Janvier (1984b), professeures et chercheuses en mathématiques, continuent dans le même sens en précisant que l'évolution des systèmes de numération, ressemblant aux différentes étapes par lesquelles l'enfant passe pour comprendre la valeur de position, est devenue de plus en plus complexe pour répondre à des besoins de communication et de traitement. Ainsi, c'est en voulant exprimer à autrui une quantité que l'humain a eu besoin d'un système efficace et compréhensible par tous.

2.3.2 Le fonctionnement du système de numération et ses difficultés

Selon DeBlois (1999), chercheuse et professeure en didactique des mathématiques, le système de numération utilisé aujourd'hui est basé sur trois systèmes qui doivent tous être assimilés et compris pour comprendre le nombre dans son ensemble et sa complexité. Tout d'abord, le système relatif à 1) l'organisation des quantités permet de regrouper, d'associer, de découper des quantités en paquets ou en unités. Ensuite, le système relatif à 2) nos conventions permet d'établir que notre système fonctionne avec une base 10 et la succession des positions dans un nombre est toujours la même. Finalement, le système relié au 3) dénombrement et aux opérations comprend les habiletés de comptage et vient ensuite les opérations sur les nombres pour résoudre

des problèmes. Il n'y a pas d'ordre d'apprentissage spécifique, car les enfants apprennent en manipulant et en jouant avec tous ces concepts à la fois.

Selon Sousa (2010), le système de numération utilisé par les Occidentaux est plus difficile à comprendre pour les enfants que celui utilisé notamment par les Chinois ou les Japonais. En français, il existe beaucoup d'incohérence entre le système écrit et le système oral. Par exemple, 16 se nomme seize et ne fait aucunement référence au fait qu'il représente une dizaine et 6 unités tandis que le nombre suivant 17 présente bien à l'oral comme à l'écrit une dizaine et sept unités. De plus, pour plusieurs changements de position, le mot évoqué n'indique rien sur la représentation (ex. : vingt, cent, mille, soixante-dix, quatre-vingts et quatre-vingt-dix). Ces différences occasionnent beaucoup de difficultés pour les enfants occidentaux quant à l'apprentissage de tout le domaine de l'arithmétique, principalement le sens du nombre. « Comme le système chinois de numération orale correspond à la structure de numération décimale écrite, les enfants chinois ont beaucoup moins de difficulté que les enfants américains à apprendre les principes de valeur de position en base dix. » (Sousa, 2010, p. 13). DeBlois (2011) continue dans la même optique en ajoutant que la numération écrite comporte 10 symboles (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9)⁸ et la numération orale en comprend 26, certains n'apparaissant que très loin dans la suite de nombres comme un « million », par exemple. La numération orale fait également référence à des opérations sur les nombres: additions (dix-huit) et multiplications (quatre-vingts). Cette distinction entre l'écrit et l'oral peut influencer la compréhension des enfants quant à l'arithmétique.

⁸ Comparativement à certaines notations comme la base 60, c'est peu, mais comparativement à une base 5 comme les chiffres romains, c'est beaucoup.

2.3.3 La valeur de position

Selon Côté, Gagnon, Perreault et Roegiers (2002), la valeur de position se définit comme suit : « la valeur d'un chiffre dans un nombre selon la position qu'il occupe dans ce nombre » (p. 178). Par exemple, dans le nombre 853,7, le chiffre 8 vaut 800, car il occupe la position des centaines; le chiffre 5 vaut 50, car il occupe la position des dizaines; le chiffre 3 vaut 3, parce qu'il occupe la position des unités; le chiffre 7 vaut $7/10$, car il occupe la position des dixièmes. Cette définition tirée d'un lexique mathématique correspond dans son ensemble à la majorité des définitions existantes. D'après DeBlois (2011), le nombre, quant à lui, désigne une propriété qui est attribuée à un ensemble. Il permet de mesurer ce qu'il contient comme quantité. Pour bien comprendre le nombre, il est recommandé que l'enfant soit donc en mesure de comprendre les ensembles pour en comprendre leurs propriétés.

DeBlois (2001) poursuit en séparant ce qu'elle appelle la numération positionnelle (terme équivalent à la valeur de position) en deux parties: 1) la notation positionnelle (relatif au code et aux relations qui peuvent exister entre les différents chiffres d'un nombre) et 2) la valeur positionnelle (relatif au sens que représente les symboles ainsi que leur organisation). Dans la seconde partie, quatre propriétés sont dégagées pour saisir tous les aspects de la valeur positionnelle. La première propriété consiste à observer qu'une quantité est déterminée par une position. Par exemple, si le chiffre 2 est situé à la position des dizaines dans un nombre, il déterminera une quantité de 20 tandis que s'il est placé à la position des centaines, il déterminera une quantité de 200. La deuxième met en relief l'utilisation de la base 10, ce qui signifie que les groupements sont toujours de 10 pour former la position supérieure. La troisième propriété fait référence aux opérations d'addition ($16 = 10 + 6$) et la quatrième aux opérations de multiplication ($16 = 1 \times 10 + 6 \times 1$). DeBlois ajoute également la conservation des unités de mesure de quantité à cette seconde partie (10 unités = 1

dizaine). Pour bien comprendre le concept de la valeur de position, la chercheuse postule que les deux parties sont indissociables. La numération positionnelle, dans sa globalité, comprend plusieurs tâches que l'enfant devrait être en mesure de faire pour parvenir à une compréhension complète. Le tableau qui suit présente la liste des éléments clés en ordre approximatif de l'évolution de l'apprentissage de l'enfant.

Tableau 2.3

Éléments-clés de l'évolution de la numération chez l'enfant (DeBlois, 2001)

-
- plus il y a des chiffres dans un nombre, plus ce nombre est grand;
 - l'enfant attribue une idée de quantité plus ou moins grande aux mots: dizaine, centaine, mille, million;
 - l'enfant sait reconnaître l'existence et la commodité des groupements d'objets dans la vie courante;
 - l'enfant regroupe les chiffres par paquets pour lire un grand nombre;
 - l'enfant compare deux nombres en utilisant la récitation de la comptine des nombres ou en comparant les chiffres;
 - l'enfant compte des éléments et forme des groupes pour comparer ou illustrer des quantités;
 - l'enfant reconnaît l'équivalence des quantités organisées différemment;
 - l'enfant identifie et attribue un chiffre à chaque position et une position à chaque chiffre en utilisant le tableau de numération;
 - l'enfant trouve le cardinal d'une quantité en adaptant le comptage ou en utilisant l'opération d'addition;
 - l'enfant compare des nombres et des unités de mesure de quantité en référant à la quantité qu'ils représentent;
 - pour arrondir un nombre, l'enfant trouve la dizaine, la centaine... inférieure ou supérieure avec un matériel, par comptage ou par double-comptage;
 - l'enfant ajoute, enlève, partage une quantité déjà groupée en tenant compte des relations d'échange;
 - l'enfant généralise aux ordres des milles et des millions ce qui existait à l'ordre unitaire;
 - l'enfant conçoit les différents groupements comme autant d'unités de mesure d'une quantité invariante;
-

-
- l'enfant reconnaît l'inclusion des différentes unités de mesure (dizaine, centaine, unité de mille...);
 - l'enfant emploie de façon conventionnelle les termes unité, dizaine, centaine, unité de mille..., unité de million...;
 - l'enfant lit, écrit et ordonne des nombres en tenant compte des deux aspects de la numération positionnelle;
 - l'enfant donne une valeur relative aux chiffres d'un nombre.
-

Plusieurs concepts sous-tendent la compréhension globale de la valeur de position comme constaté à travers tous ces éléments-clés. La question de cette recherche portant sur l'assimilation de la valeur de position dans sa globalité, les éléments-clés les plus complexes, qui sous-tendent les plus simples, seront davantage observés pour mieux saisir la compréhension que se font les élèves de la valeur de position.

Selon Bouchard et Fréchette (2011), chercheuse en éducation et professeure de psychologie s'intéressant à la petite enfance, l'apprentissage de la numération se fait en trois étapes. Tout d'abord, l'enfant perçoit le nombre comme un objet concret, c'est-à-dire trois pommes, quatre oranges. Lorsqu'il dénombre, l'action motrice de l'enfant suit ce qu'il compte : un doigt, une pomme. Ensuite, l'objet à compter peut devenir semi-concret où l'enfant peut utiliser son corps non plus pour toucher chacun des objets, mais pour dessiner sa représentation mentale de ceux-ci. Finalement, l'enfant sera habile à ne plus voir les objets qu'il compte, mais seulement s'appuyer sur leur représentation graphique : les chiffres. C'est donc dire que la manipulation par le corps aide à passer d'une étape à l'autre en vue de l'objectif final, le faire que mentalement.

Selon DeBlois (2001), le concept de la valeur de position, aussi appelée concept de numération positionnelle, se sépare en quatre étapes : la compréhension intuitive, procédurale, abstraite et formelle. Pour la compréhension intuitive, l'élève reconnaît l'utilité du nombre dans sa vie, est capable de dire plus petit, plus grand et sait que

plus le nombre a de chiffres, plus le nombre est grand. Lorsque l'enfant est au niveau de la compréhension procédurale, il est en mesure de comparer des regroupements d'objets, de regrouper des chiffres par tranche pour lire un grand nombre, d'attribuer un chiffre à chaque position dans le nombre, il comprend l'ajout et le retrait de quantité. Au niveau de la compréhension abstraite, il peut reconnaître l'équivalence de deux quantités organisées différemment. Il sait que lorsqu'on dit 8 pommes, on inclut les 8 pommes et l'on ne parle pas seulement de la 8^e pomme. Il comprend aussi que dans une dizaine, on retrouve des unités. Finalement, au dernier niveau, celui de la compréhension formelle, l'enfant utilise facilement les termes unités, dizaines, centaines et reconnaît rapidement la valeur relative des chiffres dans le nombre. Le mouvement pourrait faciliter le passage d'un niveau à l'autre (intuitive et abstraite) en rendant le concept plus accessible. DeBlois plaçait ces étapes sous deux paliers de compréhension différents: 1) le palier logico-physique et 2) le palier logico-mathématique. Tel que mentionné précédemment, la présente recherche observera davantage les composantes abstraites et formelles correspondant aux étapes les plus avancées dans la compréhension de la valeur de position.

2.3.4 L'enseignement de la valeur de position

Avant d'entrer dans les différentes méthodes développées par les chercheurs sur l'enseignement de la valeur de position en classe, il convient de regarder ce qui est demandé dans le Programme de formation de l'école québécoise (MELS, 2006) pour les élèves du 2^e cycle du primaire, groupe d'âge choisi (8-10 ans) pour l'expérimentation. Il y est écrit que l'enfant développe sa compréhension du système de numération, ce qui est plutôt global comme indication. Le programme spécifie que l'élève doit être capable de lire, d'écrire, de représenter, de comparer, de classer, d'ordonner, de trouver des équations équivalentes, de décomposer, de définir des régularités, d'établir des propriétés et de se situer sur une droite numérique avec des

nombres naturels inférieurs à 100 000. La progression des apprentissages (MELS, 2009) ajoute que les élèves du 2e cycle doivent être en mesure de représenter un nombre naturel dans un tableau de numération en faisant des groupements, ce qui sera fait dans l'expérimentation.

DeBlois, dans sa publication de 2011, privilégie une introduction rapide au dénombrement des groupes pour faciliter la bonne représentation du nombre chez l'enfant. Une manipulation fréquente des groupements permettrait une meilleure compréhension et éviterait l'écriture des nombres par une juxtaposition de chiffres, mais plutôt par un dénombrement de quantités. Ensuite, elle suggère d'axer sur le comptage par 10, les dizaines, puis par 1, les unités, introduisant du même coup l'addition. Cette utilisation répétée de la base 10 dégagerait cette compréhension qu'un chiffre dans un nombre représente une valeur relative à sa position. Ainsi, les relations d'inclusion (12 dizaines dans 125) suivraient cette logique et permettraient l'accès à la compréhension de la soustraction avec emprunt. Bref, plusieurs étapes sont suggérées afin de rendre à l'enfant une plus grande autonomie et ainsi une meilleure compréhension du concept.

Van de Walle et Lovin (2007), professeurs en mathématiques, suggèrent cinq idées à retenir pour l'enseignement de la valeur de position:

- 1) Les ensembles de dix peuvent être considérées comme des entités (par exemple, 27 en base dix signifie deux ensembles de 10 et sept unités).
- 2) La position d'un chiffre dans un nombre détermine ce qu'il représente, principe fondamental de notre système de numération.
- 3) Les nombres s'écrivent à l'aide de symboles (chiffres de 1 à 9).
- 4) Les groupes d'unités, de dizaines et de centaines se décomposent de multiples manières (par exemple, 27 peut être représenté par 1 dizaine et 17 unités ou 2 dizaines et 7 unités ou 27 unités).

- 5) Relier les grands nombres à des problèmes de la vie courante pour faciliter la compréhension et leur valeur relative.

Suite à ces cinq conceptions du nombre à ne pas oublier, il faut s'assurer que l'enfant comprenne ce que représente chaque symbole et non seulement qu'il soit capable de dire combien de dizaines, combien d'unités. La base de la valeur de position repose sur la compréhension de l'enfant quant à une dizaine qui regroupe 10 unités.

Quant aux études de Kamii (1990), professeure en psychologie et en sciences de l'éducation, bien que ses écrits soient plus anciens, mais fondés sur plusieurs expérimentations, elle relève trois idées fondamentales pour la compréhension de la valeur de position qui pourrait guider les enseignants. Tout d'abord, les enfants commencent par comprendre que le chiffre « 1 » de 16 représente 10 parce qu'il est dans la colonne des dizaines. Ensuite, ils intègrent les relations numériques entre les parties et son tout. Par exemple, le chiffre « 1 » de 16 représente 10 parce qu'en faisant la somme de 6 et 10, on obtient 16. Finalement, les enfants parviennent au stade où ils comprennent la multiplication dans la valeur de position. Le chiffre « 1 » du nombre 16 représente 10 parce que $1 \times 10 = 10$ (1 dizaine vaut 10). Kamii suggère aux enseignants de vérifier chacun de ces stades pour chacun des enfants afin de s'assurer qu'ils les franchissent tous. Les écrits de Kamii ont inspiré les travaux de Deblois.

Suite à la recension des écrits, les mathématiques constituent une discipline abstraite en raison de sa forme, mais peut devenir concrète, en fonction de l'approche de l'enseignant. La valeur de position, définie comme la valeur du chiffre dans le nombre selon sa position, est un concept qui en sous-tend plusieurs autres et il est recommandé que l'enfant les traverse tous et les comprenne pour parvenir à l'étape finale de l'abstraction complète. Pour enseigner le concept de la valeur de position et

saisir comment l'enfant peut parvenir à le comprendre, il est important de bien saisir tous les sous-concepts de mathématique de nature plus abstraits.

2.4 Le corps et le mouvement

Finalement, après avoir approfondi l'intelligence kinesthésique, l'assimilation de connaissances et le concept mathématique de la valeur de position, il convient d'explorer le concept du corps et du mouvement, éléments clés du projet portant sur l'assimilation d'un concept mathématique par le mouvement. Cette section vise à comprendre l'importance du mouvement dans l'apprentissage et dans le développement global de l'enfant.

Il convient ici de débiter par Laban (décrit par Hogdson et Preston-Dunlop, 1991), grand philosophe de l'art de la danse, qui a développé au cours du 20^e siècle une nouvelle vision de l'enfant dans le monde scolaire, particulièrement entre les Première et Deuxième Guerres mondiales. Son approche se basait sur des aspects corporels et concevait l'enfant comme un ensemble où régnaient harmonie, équilibre, rythme et croissance. Il croyait fermement à l'interaction physique entre l'enfant et son environnement. Il prônait une « approche naturelle du rythme et de l'harmonie à partir de l'exploration de mouvements libres et une confiance croissante dans l'utilisation de l'espace et des relations spatiales » (p. 71). Cette vision de l'éducation provenait de sa pensée sur le corps qu'il percevait en trois parties: le corps, l'esprit et l'âme. Chacun de ces aspects était en lien avec le mouvement. En voici un exemple : « Cette union du corps, de l'esprit et de l'âme se produit de deux manières: nous sentons, nous pensons, et cela affecte nos gestes; nous bougeons d'une certaine manière et cela affecte notre aspect et nos pensées. » (p. 25). Tout est interrelié et le mouvement est au centre de chacun des individus. L'humain ressent constamment ce qu'il pense et, du même coup, pense à ce qu'il ressent. Laban mentionnait même que tous nos sens ne sont que des variations du sens du toucher (Thornton, 1971).

De façon plus concrète et, selon une vision plus actuelle, Sprenger (2010) différencie plusieurs types de personnes ayant un style d'apprentissage axé davantage sur la dimension kinesthésique, le corps. Il y a des apprenants actifs qui doivent toucher des objets pour comprendre. Ils aiment manipuler différentes textures, grosseurs ou formes. Cet apprenant ne voudra pas lire, par exemple, le livret d'instruction, mais voudra manipuler directement la machine ou l'objet en question. Le deuxième type d'apprenant est celui qui a besoin de tout son corps pour exprimer une idée. Il demande des démonstrations dynamiques. Il aime acter, construire et donner vie à ce qu'il veut exprimer en utilisant l'entièreté de son corps. Sprenger (2005, traduction libre) le résume ainsi: « [Les élèves] ont besoin de devenir ce qu'ils apprennent »⁹. Le dernier type d'apprenant kinesthésique est celui qui veut constamment dessiner, griffonner sur papier pour l'aider à se représenter le contenu d'apprentissage. La mobilisation de son corps produit une représentation visuelle.

Selon April (2010), chercheuse québécoise en psychomotricité, le corps de l'enfant est un de ses premiers moyens d'expression et c'est ainsi qu'il se met en valeur. Elle écrit: « De plus, son corps est sa seule référence au monde extérieur, puisque c'est d'abord avec lui qu'il appréhende la réalité et le monde qui l'entoure. Tout compte fait, il n'y a pas de raison de laisser ce corps au vestiaire » (p. 21). Dans son développement, l'enfant commence par faire des mouvements involontaires puis, petit à petit, les gestes deviennent de plus en plus contrôlés. Lorsque l'enfant a bien appris à contrôler son corps, ses capacités perceptives se développent (visuelles, auditives, etc.). Les nouveaux apprentissages pour un jeune enfant passent régulièrement par le corps. C'est pourquoi il semble pertinent de s'intéresser à la place du corps dans les apprentissages conceptuellement avancés. April affirme que « Cette logique du développement psychomoteur doit être connue et reconnue comme

⁹ « [students] need to "become" what they are learning about » (p. 27)

étant essentielle par les intervenants auprès des jeunes enfants afin d'optimiser et de mieux comprendre la place du corps en mouvement dans leurs apprentissages » (p. 21).

Selon Bouchard et Fréchette (2011), l'enfant développe chacune des régions de son cerveau à un rythme différent et la première région touchée concerne les fonctions motrices à un très jeune âge, donc tout ce qui a trait au corps et au mouvement. Ainsi, l'enfant en apprentissage qui peut utiliser ses capacités de préhension et tactiles, qui sont déjà développées à l'âge scolaire, pour déterminer une forme géométrique, par exemple, lui permettront de mieux développer le cortex frontal où sont contrôlées les fonctions cognitives.

L'action motrice constitue donc un comportement moteur réalisé en situation d'apprentissage et générant des informations ou perceptions lors de la manipulation d'objets pour les utiliser dans l'acquisition de concepts. Les actions motrices, et leurs résultats, sont sources d'informations perceptives à partir desquelles l'enfant conceptualise des notions plus ou moins conscientes du sujet, débouchent sur la connaissance (p. 56).

Pour continuer cette exploration à travers le corps et le mouvement, Jeannerod et Frak (1999), spécialistes en imagerie mentale, ont apporté leur contribution quant à la représentation mentale d'une action. Selon leurs tests, une personne qui fait dans sa tête un mouvement activerait les mêmes zones cervicales que si elle faisait le mouvement réellement. Ils ajoutent également qu'une personne qui observerait une autre personne faire le mouvement activerait aussi les mêmes zones cervicales, appelé empathie en mouvement. Reste à savoir si cette activation de la zone cervicale est suffisante pour un apprentissage. Ainsi l'enfant qui observe l'action la ferait dans sa tête en même temps.

Branger (2011), chercheuse française en psychométrie et imagerie mentale, mentionne que lorsqu'un individu vit une expérience spatiale, une carte cognitive est

créée par le système nerveux central et permet à cet individu d'accéder à, d'emmagasiner, d'enregistrer et de décoder toute l'information concernant la localisation et les caractéristiques de l'environnement spatial de l'évènement en question. Ces différents processus se passent dans le lobe frontal et le lobe pariétal. Ces zones cervicales, aussi activées lors d'un apprentissage, permettraient peut-être de renforcer la rétention en ancrant l'apprentissage dans une mémoire spatiale de l'environnement de l'évènement.

D'après Kosslyn (2003), chercheur en imagerie mentale et psychologue de formation, l'imagerie mentale jouerait un rôle primordial sur la mémoire et sur le sens spatial. Il donne l'exemple d'un individu à qui l'on pose une question sur un évènement. Ce dernier se remet en perspective et se revoit spatialement lors de l'évènement en question. Ainsi, il est possible de croire que le corps dans l'espace aiderait la mémoire à se rappeler une expérience vécue, à retourner dans le passé. Avec le souvenir corporel de l'évènement, l'individu peut reconstruire ce qui s'est passé et se rappeler des éléments autres que corporels, mais qui sont attachés au même évènement. Encore une fois, l'apprentissage serait peut-être mieux intégré si la mémoire corporelle était mobilisée autant que la mémoire cognitive.

C'est ce que Shoval (2011), chercheuse américaine en éducation, propose suite à son expérimentation sur l'apprentissage des angles par une activité de coopération en mouvement. Elle avance qu'une telle activité contribuerait à activer les différentes sphères que l'enfant requiert pour accomplir un apprentissage. L'activité en question 1) stimulerait la relation physique de l'enfant avec son environnement, 2) permettrait le modelage par le visuel et le kinesthésique et 3) soutiendrait l'attention par le mouvement durant l'apprentissage. L'enfant qui entre en contact avec son environnement est un moyen pour lui d'activer sa perception kinesthésique, perception qui lui donne des informations sur sa position de corps dans l'espace, la

position de chacun de ses membres dans l'espace, les changements de positions de chacun de ses membres, le poids des objets en relation avec son corps et la taille des objets. Shoval mentionne que pour un enseignant, il est plus facile de modeler l'apprentissage d'un élève et de s'assurer qu'il comprend s'il agit et montre ce qu'il sait faire, contrairement à se le faire expliquer et dire qu'on a compris. Elle a pu remarquer que les élèves en mouvement gardaient une attention plus longtemps puisque leur corps était mobilisé et qu'ils devaient rester actifs. Comme le mouvement est un stimulus externe, aussi longtemps que l'apprenant fait le mouvement, il y a de fortes chances qu'il ait l'attention sur l'action en question, contrairement à une écoute passive où il y a moins d'assurance que l'attention est portée sur ce qui est demandé. La présente recherche prévoit une expérience similaire à celle de Shoval (2011) en conservant l'aspect moteur de l'activité, mais appliquée au concept mathématique de la valeur de position.

Dans le même sens que Shoval soutenant que l'attention est plus soutenue dans une activité corporelle, la grande philosophe de l'éducation, Maria Montessori, y croyait fermement. Lillard (2005) raconte sa vie et son œuvre en expliquant que Montessori avait l'intuition qu'une concentration profonde était essentielle pour aider les enfants à développer leurs meilleures aptitudes et qu'une concentration approfondie provenait d'un travail avec leurs mains et du matériel. Elle avait également comme principe fondamental que le mouvement et la cognition étaient intimement liés.

Suite à l'exploration du concept du corps et du mouvement dans une optique d'apprentissage chez les enfants, il est essentiel de se rappeler que le développement corporel chez le jeune enfant est primordial et qu'il est à la base, mais également au cœur des apprentissages futurs. Le corps est aussi la première référence de l'enfant, il apparaît donc plus facile pour lui de s'y référer lorsqu'un savoir nouveau vient le déstabiliser.

2.5 Les objectifs de la recherche

À la lumière de la présentation de tous ces concepts qui permettent d'appuyer scientifiquement ce projet de recherche, l'objectif est d'observer et de décrire la contribution d'une approche kinesthésique dans l'intégration des connaissances entourant le concept de la valeur de position en arithmétique chez les élèves au deuxième cycle du primaire. En d'autres mots, il sera question d'observer comment le mouvement peut avoir une influence sur l'apprentissage des mathématiques et comment il se manifeste chez les élèves. Cet objectif global comporte des objectifs spécifiques qui exigent:

- 1) d'observer comment le mouvement influence l'apprentissage
- 2) d'identifier les connaissances du concept de la valeur de position
- 3) d'expérimenter l'approche kinesthésique en mathématiques
- 4) analyser les perceptions des enseignants sur l'approche kinesthésique pour l'enseignement des mathématiques

Pour répondre à ces objectifs, un portrait de la situation actuelle sera dressé en prenant en compte l'état de connaissance des élèves sur la valeur de position et les méthodes utilisées par les enseignants pour expliquer la valeur de position.

Le cadre conceptuel a permis de présenter un nombre d'écrits portant sur l'approche kinesthésique dans l'apprentissage d'un concept mathématique. Tout d'abord, l'exploration de l'intelligence kinesthésique permet de mieux comprendre les différents styles d'apprenants et comment les rejoindre pour optimiser leur potentiel d'apprentissage. Puis, l'assimilation des connaissances constitue le deuxième concept pour approfondir les savoirs sur le fonctionnement du cerveau et sa manière d'apprendre dans le but de comprendre comment l'optimiser avec différentes approches. Ensuite, l'exploration des concepts de la mathématique, de l'arithmétique et de la valeur de position démontrent leur complexité et leur abstraction dans le but

de mieux outiller les enseignants et comprendre les différents problèmes qui engendrent sa résistance chez les élèves du primaire. De plus, les concepts du corps et du mouvement sont décrits au moyen de divers auteurs afin de saisir l'importance du développement du corps chez l'enfant et leur prise en compte dans l'apprentissage. Pour terminer, suite à l'éclairage de cet ensemble de concepts, les objectifs de la recherche sont présentés.

CHAPITRE III

LA MÉTHODOLOGIE

Cette section porte sur la démarche méthodologique privilégiée pour la recherche afin de bien mener à l'objectif final. Pour commencer, l'approche générale de la recherche est présentée afin d'explicitier la ligne de pensée exploratoire poursuivie. Ce mémoire s'inscrit dans une posture de recherche compréhensive visant à comprendre l'expérience vécue des différents participants. Ensuite, viendront la description des participants ainsi que leur mode de sélection. Gardant toujours en tête d'approfondir le concept de la valeur de position, le choix des participants s'est fait de manière à cibler exactement l'âge désiré pour le niveau de compréhension voulu. Les méthodes de collecte des données seront décrites par la suite. Celles-ci permettent de produire, dans une perspective exploratoire, des données qualitatives en cherchant à décrire et à comprendre les apports de l'approche kinesthésique dans l'apprentissage d'un concept mathématique. Finalement, les différents outils mis en place pour l'expérimentation sont expliqués en détails puisqu'ils constituent les moyens de produire des données qualitatives au moyen de l'observation et de l'entretien.

3.1 L'approche générale

Comme mentionné précédemment, l'objectif de la présente recherche est d'observer et de décrire la contribution d'une approche kinesthésique dans l'intégration des connaissances entourant le concept de la valeur de position en arithmétique chez les élèves au deuxième cycle du primaire. La recherche se situe conséquemment dans une perspective empirique en vue de documenter une exploration didactique en classe primaire. Cette vision est traversée par une pensée interprétative qualitative afin de « comprendre le sens de la réalité des individus et d'adopter une perspective systémique, interactive, alors que la recherche se déroule dans le milieu des personnes » (Karsenti et Savoie-Zajc, 2004, p. 126). Paillé et Mucchielli (2012) ajoutent, d'un point de vue moins interactionnel et plus individuel, que « l'analyse qualitative est d'abord une expérience du monde-vie, une transaction expérientielle, une activité de production de sens » (p. 60). Ayant pour but d'explorer une approche didactique, de mettre en évidence ses apports ou ses contributions potentielles ainsi que l'expérience tant des élèves que des enseignants, la démarche qualitative sera privilégiée. Cette recherche s'appuie d'une vision basée sur la relation et sur le contact personnel entre la chercheuse et le participant, ce qui est primordial dans ce cas-ci. Fortin (2010), précise le rôle du chercheur dans cette vision comme suit.

La recherche qualitative sert à comprendre le sens de la réalité sociale dans laquelle s'inscrit l'action; elle fait usage du raisonnement inductif et vise une compréhension élargie des phénomènes. Le chercheur observe, décrit, interprète et apprécie le milieu et le phénomène tels qu'ils existent, mais il ne les mesure ni ne les contrôle (p. 30).

Pour Paillé et Mucchielli (2012), la recherche qualitative s'inscrit dans l'approche dite compréhensive qui se concentre sur des faits porteurs de signification transportés par des acteurs tels que les hommes, la société, etc. Ainsi, il importe de se questionner et d'analyser l'interaction entre les acteurs. Le principal outil méthodologique de la recherche qualitative est le chercheur tout au long du processus. Il est là pour signifier

lorsqu'il y a saturation des données, moment où il perçoit que les nouvelles données n'apportent rien de nouveau. C'est dans cette perspective scientifique que cette recherche a permis d'observer les participants selon leur intérêt (élèves et enseignant), l'utilisation adéquate du matériel, leur compréhension par le mouvement, les réactions des enseignants et celles des élèves, etc. De plus, le mouvement, étant un concept qui requiert une observation active, devient plus facilement descriptible au cours d'une analyse de données qualitatives.

3.2 Le contexte de la collecte

Cette recherche visant à explorer une approche didactique basée sur le mouvement a été effectuée à la Commission Scolaire de Montréal (CSDM) pour des questions de proximité et de contacts. Un formulaire de demande d'expérimentation a été envoyé aux bureaux de la CSDM et un comité éthique a autorisé ce projet-ci.

3.3 La sélection des participants

Dans ce projet, mené en milieu scolaire primaire, l'expérimentation se déroule dans trois classes de la première année du deuxième cycle du primaire, communément appelée la troisième année. Le choix du niveau scolaire s'appuie sur les résultats d'une recherche effectuée par Bednarz et Janvier (1984a), professeures à l'Université du Québec à Montréal en didactique des mathématiques, qui sous-tend que les enfants de 8 à 10 ans éprouvent des difficultés à réaliser les cinq tâches suivantes: 1) voir les groupements et leur rôle dans l'écriture conventionnelle, c'est-à-dire comprendre que le 2 dans 526 représente deux groupements de 10 unités et le lien avec sa place d'écriture dans le nombre; 2) voir la pertinence des groupements; 3) opérer avec ces groupements; 4) travailler simultanément avec deux groupements différents et 5) interpréter les procédures de calcul relatives aux opérations en terme de groupements. L'objectif de la recherche étant d'observer si le mouvement peut faciliter

l'apprentissage de la valeur de position chez les élèves, il est question d'une étape avancée dans le processus de la compréhension de la valeur de position que les élèves de 8-9 ans n'ont pas, pour la plupart, encore acquis. L'activité effectuée (expliquée en détail à la section 3.6.2), ressemble à un abaque humain, matériel utilisé normalement dans les étapes plus avancées de la compréhension de la valeur de position puisque c'est l'outil qui se rapproche le plus de la notation positionnelle (DeBlois, 1995). Il s'agit du matériel le plus abstrait puisqu'un anneau peut à la fois représenter 1 et 10 dépendamment sa position, exactement comme dans les nombres. Van de Wall (2007) fait remarquer que la période cruciale de l'apprentissage de la valeur de position s'étend du préscolaire à la troisième année et c'est à cette dernière année que le système de numération s'étend à trois ou quatre chiffres. Kamii (1990), pour sa part, ajoute que la compréhension de la valeur de position est encore obscure pour les élèves de deuxième et troisième année. Ils arrivent à grouper des objets, mais les enfants ont du mal à coordonner des quantités groupées.

Une classe de ce niveau comprend des élèves âgés de 8 et 9 ans. L'âge des participants requis est sélectionné en fonction du niveau d'apprentissage qu'ils sont censés avoir atteint à cet âge et où il sera plus facile d'isoler cette notion qu'à un âge plus jeune où les notions sont moins claires ou moins comprises pour l'enfant. À cet âge, les enfants sont de plus en plus autonomes, ils ont quitté la phase de la jeune enfance et du début scolaire. Ils se responsabilisent progressivement tout en gardant un émerveillement enfantin. Selon le Centre de réadaptation Marie Enfant du CHU Sainte-Justine (2009), l'enfant de 8-9 ans a une autonomie personnelle suffisante pour s'occuper de ses soins d'hygiène et se faire un repas simple seul. Donc, en contexte scolaire, il est capable de faire son sac et ses devoirs, de se mettre au travail sans qu'on lui demande personnellement. Sur les plans social et interpersonnel, il est encore centré sur lui-même puisqu'il aime raconter ce qu'il fait, ce qu'il a vécu, mais commence à se tourner vers les autres et à s'interroger sur ces derniers. Il est capable

de créer une discussion. Il préfère les amis de même sexe que lui et son attachement à la famille est encore très présent. Sur le plan du loisir, il est facilement capable de participer à des jeux de société avec des règles plus complexes. Les activités scolaires avec plusieurs tâches sont de plus en plus faciles à faire. Le travail d'équipe se forme peu à peu et il commence à comprendre l'importance de chacun. Dans la présente étude, pour l'activité de l'expérimentation, l'enfant de 8-9 ans devrait donc être en mesure de comprendre les règles, c'est-à-dire le positionnement, les couleurs de dossards, le nombre de participants, etc., et de participer en groupe à une mise en commun.

En ce qui a trait aux enseignants, ils sont sélectionnés en fonction des critères suivants :

- Enseignants de la Commission Scolaire de Montréal.
- Enseignants de première année du deuxième cycle du primaire (3e année).
- Enseignants avec un minimum de trois ans d'expérience pour une facilité à enseigner une activité prescrite et une meilleure confiance en soi.
- Enseignants avec une bonne gestion de classe pour assurer la qualité optimale de l'activité.

Accepter de s'investir suffisamment dans l'activité et dans un projet de recherche est également un critère décisif. Dans une recherche qualitative, les participants sont sélectionnés selon un choix raisonné ou intentionnel. La sélection permet de regrouper des personnes ayant des caractéristiques pertinentes à la recherche. Ainsi, il est possible de comprendre davantage le phénomène parce que chacun des participants est en lien avec l'objet d'étude (Fortin, 2010). Beaud et Weber (2010) soulignent que le choix des participants est important pour l'apport de contenu au projet. Ils doivent être des informateurs pertinents sur le thème de la recherche.

3.4 La collecte de données

La collecte de données est un moment cruciale dans une recherche où rigueur et efforts sont de mise. Cette collecte est constituée de quatre étapes principales.

- 1) une observation de l'activité avec les élèves à l'aide de deux outils: un journal de bord structuré par une grille d'aide et une captation vidéo;
- 2) l'administration d'un court questionnaire à l'intention des élèves dans le vif de l'activité ressemblant à une entrevue, mais sur papier;
- 3) l'administration d'un questionnaire de vérification écrit pour vérifier la compréhension des élèves sur la valeur de position ainsi que
- 4) des entrevues semi-dirigées avec les enseignants participants.

Les méthodes de collecte de données s'inscrivent principalement dans une vision qualitative exceptée le questionnaire de vérification, outil utilisé dans le but d'ajouter une source supplémentaire de données pour la compréhension des élèves de la valeur de position. Cette collecte de données sert à observer comment se concrétise l'approche kinesthésique chez les élèves et documente ses répercussions sur l'apprentissage de la valeur de position. La recherche se réalise dans une optique de compréhension de phénomènes d'apprentissage, non de validation théorique.

3.4.1 L'observation directe de l'activité

La première méthode de collecte de donnée de cette recherche est l'observation que Fortin (2010) décrit comme « un processus actif qui tient compte des signes non verbaux, tels les gestes, les expressions faciales, les mouvements de corps, le ton de la voix et d'autres interactions sociales non verbalisées pouvant suggérer des significations subtiles » (p. 432). L'observation dans la recherche qualitative est déterminante puisqu'elle demande au chercheur d'observer les comportements pertinents sur une durée prolongée ou de manière continue. Il est préférable de centrer

son attention sur une situation et d'analyser toutes les dynamiques qui peuvent s'y créer (Karsenti et Savoie-Zajc, 2004). Autrement dit, cette approche permet au chercheur d'entrer dans la situation qui le préoccupe et d'en observer ses composantes. Dans ce cas-ci, l'observation du mouvement, étant davantage le moyen que le but en soi, a permis de colliger les réponses cognitives des élèves par différentes manifestations observables (verbales, physiques) notées dans une grille et un journal de bord.

3.4.1.1 La prise de notes de terrain à l'aide d'une grille

Pour parvenir à observer les manifestations de l'apprentissage pendant l'activité sur la valeur de position, le premier outil utilisé est une grille d'aide (voir APPENDICE F) qui a été construite selon le modèle de Sprenger (2008) précédemment décrit dans le cadre conceptuel (voir section 2.4). L'objectif étant de mettre sur papier la réponse cognitive de l'élève vis-à-vis de l'activité avec le mouvement, les manifestations, qu'elles soient verbales ou corporelles sont notées. Ainsi, il est possible d'observer le plus possible les réponses kinesthésique de l'enfant et son comportement. Paillé et Mucchielli (2012) suggèrent quelques conseils aux chercheurs quant à la recherche d'un équilibre intellectuel entre d'une part, une grille trop directive qui empêche le chercheur d'observer l'aspect naturel de l'activité, partie fondamentale de la recherche qualitative et, d'autre part, l'absence de grille qui ne lui permet pas d'avoir une ligne conductrice.

Dans la grille, le nom de tous les enfants de la classe est inscrit dans la première rangée. Dans la première colonne se retrouvent les trois types de kinesthésiques décrits par Sprenger (2008): a) celui qui apprécie manipuler, toucher; b) celui qui a besoin de tout son corps pour exprimer une idée et c) celui qui aime griffonner ses idées. Cette grille est construite dans le but d'aider la chercheuse à se donner une

ligne de conduite pour son observation sans le restreindre trop dans une grille à cocher. Elle se veut une boussole sans œillère pour récolter toutes les données susceptibles d'être pertinentes au contenu de la recherche. Ainsi, la chercheuse doit s'interroger de manière large sur la façon dont l'enfant utilise son corps pendant l'activité et dont il active ses sens.

L'enseignant doit prévoir environ 45 minutes pour chacune des deux séances. Deux crayons de couleurs différentes ont été utilisés par la chercheuse pour voir l'évolution des comportements des élèves à travers les deux séances.

3.4.1.2 La prise de notes de terrain à l'aide d'un journal de bord

Comme deuxième outil, en plus de la grille d'aide permettant à la chercheuse d'orienter son observation, un journal de bord est utilisé pour noter tout ce que la chercheuse peut observer pendant l'activité et après en prenant soin d'y ajouter ses commentaires personnels, ses impressions, ses questionnements, etc. Des dessins peuvent également être utilisés. Le journal de bord est fréquemment utilisé en recherche qualitative afin d'agir à titre de *mémoire vive* de la recherche. Cet outil permet de conserver de précieux commentaires ou impressions sur la situation que la chercheuse pourrait oublier. La chercheuse peut également ajouter des commentaires sur l'ambiance qui règne, d'autres détails qui ne peuvent être consignés dans une grille, mais qui peuvent rendre l'analyse plus profonde et qui tient compte de l'environnement qui entoure l'expérimentation. Karsenti et Savoie-Zajc (2004) voient trois utilités au journal de bord : « celle de garder le chercheur réflexif pendant sa recherche, celle de lui fournir un espace pour exprimer ses interrogations, ses prises de conscience, et celle de consigner les informations qu'il juge pertinentes » (p. 147). Cette observation permet de bien saisir la dynamique qui se crée entre les participants et l'objet d'étude, la valeur de position, ainsi qu'entre les participants eux-mêmes, objectif premier de la recherche qualitative. Dans le cas de ce projet, la chercheuse

adopte une observation discrète puisque c'est l'enseignant qui anime l'activité motrice avec ses propres élèves.

3.4.1.3 La captation vidéo de l'activité

Lorsqu'une seule chercheuse observe la situation, il est préférable qu'une vidéo, troisième outil de l'observation, serve d'appui à ce dernier pour l'aider à ne rien manquer et constituer une source supplémentaire d'informations. Dans le cadre de ce projet, un clin d'œil, des yeux qui s'illuminent de compréhension sont captés sur la vidéo, évitant d'échapper à l'œil de la chercheuse. De plus, il est plus facile de faire des analyses davantage poussées après avoir analysé les réactions des élèves entre eux, après avoir repéré les dynamiques de groupe, après avoir noté la rapidité de réaction, les échanges, les paroles, etc. Des formulaires de consentement ont été signés par les parents de tous les élèves des classes répondantes pour s'assurer de respecter les normes d'éthiques relatives à la captation vidéo. Le matériel a été détruit dès la fin de son analyse, le tout servant uniquement aux fins de rédaction du projet.

3.4.2 L'administration d'un questionnaire à l'intention des élèves

Suite à l'activité avec observations, prise de notes dans le journal de bord et sur la grille et après la capture vidéo, un autre support peut être utile pour approfondir les trois types d'apprenants kinesthésiques pendant l'activité. Un court questionnaire (voir APPENDICE G) est remis à chacun des enfants tout de suite après l'activité et constitue une deuxième méthode de collecte de données qualitatives. Cette activité supplémentaire est faite dans l'optique d'ajouter de l'information sur l'expérience corporelle que les enfants vivent et la développer davantage. Le questionnaire est très similaire à une entrevue, mais sur papier. La première question porte sur le type d'enfant qui manipule, touche et se lit comme suit: comment as-tu placé, manipulé, touché les amis pour qu'ils soient correctement placés? Les deuxième et troisième

questions portent sur les enfants qui ont besoin de tout leur corps pour s'exprimer. Avec la réponse à ces deux questions, l'objectif attendu est d'avoir en mots la procédure qu'ils utilisent ou observent pour parvenir à représenter le nombre demandé. Comment as-tu fait pour représenter le nombre? Comment tes amis ont-ils fait pour représenter leur nombre? Finalement, le troisième type de kinesthésique étant les enfants qui aiment griffonner pour représenter leurs idées est interpellé par cette dernière question: peux-tu dessiner à quoi ressemblait l'ensemble de ton nombre?

3.4.3 Les entrevues semi-dirigées avec les enseignants

L'objectif étant de connaître comment une approche kinesthésique peut faciliter la compréhension d'un concept mathématique, dans une perspective de mise en place dans une classe ordinaire, l'entrevue (voir APPENDICE I) visait à recueillir des informations sur la perception des enseignants sur l'activité basée sur leur expérience du passé et leur expérience du présent quant à leur approche pédagogique en mathématique. Cette méthode représente la troisième méthode de collecte de données qualitatives. Selon Karsenti et Savoie-Zajc (2004), l'entrevue est « une interaction verbale entre des personnes qui s'engagent volontairement dans pareille situation afin de partager un savoir d'expertise, et ce, pour mieux dégager conjointement une compréhension d'un phénomène d'intérêt pour les personnes en présence » (p. 133). L'entrevue est un outil de collecte de données bien en lien avec la vision qualitative puisqu'elle observe et note une interaction humaine, la base de cette approche (Fortin, 2010). L'entrevue est un événement en soi qu'il faut analyser en profondeur puisque chacun s'engage fortement et constitue une forme d'interaction solennelle (Beaud & Weber, 2010). L'entrevue est semi-dirigée, c'est-à-dire que les questions sont préalablement écrites et que la chercheuse laisse un minimum de liberté au répondant pour ajouter ses propres commentaires et extrapoler sa réponse. La question suivante ramène le sujet. Beaud et Weber (2010) exposent les avantages et les inconvénients

d'un guide d'entrevue trop détaillé. Le côté positif: un guide d'entrevue permet une certaine structure et aide l'intervieweur à suivre une ligne de pensée. Le côté négatif: le guide peut fermer l'entrevue et restreindre l'interviewé. De plus, l'intervieweur peut être stressé à l'idée de poser la question suivante et moins observer les gestes et expressions de l'interviewé. Toutefois, il est suggéré de garder une certaine constance quant aux questions pour être davantage en mesure de bien comparer les différents répondants.

3.4.4 L'administration d'un questionnaire de vérification à l'intention des élèves

Après la deuxième séance d'activité, l'enseignant distribue aux élèves un questionnaire de vérification (voir APPENDICE J) qui vise à valider et à enrichir toutes les données recueillies quant à la compréhension de la valeur de position, quatrième et dernière méthode de collecte de données. L'activité étant axée sur la modalité kinesthésique, le questionnaire de vérification est axé sur la dimension cognitive. En tant que complément à la recherche et comme source secondaire de données, cet outil apporte des bénéfices collatéraux. Il a été créé pour dépeindre la situation scolaire actuelle quant à la compréhension des élèves de la valeur de position. Les enseignants ont maintenant un outil qu'ils peuvent utiliser ultérieurement en classe et ils ont en main les résultats de leurs élèves sur leur compréhension de la valeur de position. L'enseignant prévoit de 20 à 35 minutes pour administrer ce questionnaire. Au-delà de ce délai, les enfants n'ont probablement pas bien saisi le concept. L'enseignant lit à haute voix les questions pour s'assurer que tous comprenaient et ne soient pas figés par la lecture de la question. Cependant, aucune piste n'est lancée par l'enseignant ou les enfants pour que la passation soit la plus identique dans toutes les classes. Ceux-ci répondent individuellement sans possibilité de tricher. La correction des questionnaires de vérification est assurée par la chercheuse. Le questionnaire de vérification est conçu et très inspiré de plusieurs

études menées par DeBlois (2001), chercheuse en didactique des mathématiques. Le questionnaire se sépare en sept tâches globales et chacune d'elle regroupe sous les deux paliers logico-physique et logico-mathématique différentes habiletés concernant la compréhension de la valeur de position (composantes abstraite et formelle).

3.5 Le déroulement de l'expérimentation

En guise de rappel, voici un tableau récapitulatif de la chronologie des méthodes de collecte de données ainsi que leurs outils respectifs.

Tableau 3.1

Chronologie des méthodes de collecte de données et des outils

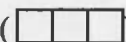
Méthodes de collecte	Outils
1. L'observation directe de l'activité	a) Le journal de bord b) La grille d'aide (<i>voir APPENDICE F</i>) c) La captation vidéo
2. L'administration d'un questionnaire à l'intention des élèves	a) Le questionnaire (<i>voir APPENDICE G</i>)
3. Les entrevues semi-dirigées avec les enseignants	a) Le protocole d'entrevue (<i>voir APPENDICE H</i>) b) La grille d'entrevue (<i>voir APPENDICE I</i>)
4. L'administration d'un questionnaire de vérification à l'intention des élèves	a) Le questionnaire de vérification (<i>voir APPENDICE K</i>)

Pour que tous les acteurs comprennent bien le processus dans lequel ils se sont engagés et pour visualiser la chronologie des événements, un calendrier (*voir APPENDICE A*) a été remis aux enseignants. Il y est question de la formation des enseignants en vue de l'activité, du déroulement de l'activité en soi, de la distribution des questionnaires aux élèves, de la procédure des entrevues et finalement de la passation du questionnaire de vérification.

3.5.1 La formation des enseignants

Tout d'abord, un procédurier est remis deux semaines à l'avance à l'enseignant pour qu'il puisse bien s'approprier l'objectif, le projet et l'activité et ainsi la rendre la plus naturelle possible. Ce procédurier (voir APPENDICE E) comprend les grandes lignes des étapes à suivre pour l'activité en tant que telle. Une semaine suivant cette remise à l'enseignant, la chercheuse vient discuter des objectifs précis de la recherche ainsi qu'expliquer en détail le procédurier de l'activité afin que l'enseignant s'y sente en confiance et suive la ligne de pensée de la chercheuse.

3.5.2 Le déroulement de l'activité

L'activité, séparée en deux séances, consiste à fabriquer des nombres à partir du corps humain des enfants. Sur le plan de la gestion spatiale du groupe-classe, la classe est aménagée pour que les enfants aient de la place pour bouger et occuper beaucoup d'espace. À la séance 1, de chaque côté de la classe, un grand rectangle ainsi que trois bandes à l'intérieur sont collés au sol avec du ruban adhésif de couleur de manière à former un tableau à trois colonnes (). À l'intérieur de chacune des colonnes, le mot centaine est inscrit dans la colonne de gauche, le mot dizaine dans la colonne du milieu et unité dans la colonne de droite. Divisée en deux, la classe devient deux grandes équipes de chaque côté du local. L'enseignant pige au hasard les noms des enfants pour déterminer l'ordre de passage. L'enfant en question représente le nombre que l'enseignant écrit au tableau en utilisant et en déplaçant les enfants faisant partie de son équipe. Des dossards sont attribués à chacune des positions dans le nombre (bleu: centaine, rouge: dizaine et vert: unité). La créativité des enfants est encouragée dans cette activité.

Exemple tiré du journal de bord

Mathis doit représenter 325. Il choisit trois amis et il donne à chacun un dossard bleu. Il les place par la suite dans la colonne des centaines. Ensuite, il leur demande ou les installe pour qu'ils aient une grande amplitude de la forme corporelle comme ils valent beaucoup en terme de quantité (debout, sur une chaise, les bras allongés, les jambes écartées, la bouche grande ouverte, etc.). Puis, il donne deux dossards rouges à deux amis et les installe dans la colonne des dizaines. Il les place avec une amplitude plus petite que les centaines (à genoux, les bras un peu éloignés du corps, les jambes un peu écartées, etc.). Finalement, il remet cinq dossards verts à cinq amis et les place dans la colonne des unités (assis par terre, en petite boule, les membres très rapprochés, les yeux fermés, etc.). Mathis prend une photo de sa création à l'aide d'un iPod.

À la deuxième séance, l'activité est similaire, mais exécutée en grand groupe. Les élèves ne seront pas tous participatifs de la même façon, mais des conflits cognitifs peuvent survenir tout de même. L'enseignante nomme des élèves qu'elle considère en difficulté, après concertation avec la chercheuse, et lui demande de représenter le nombre écrit au tableau. L'élève nomme d'autres élèves pour venir le rejoindre et leur donner les dossards appropriés. Ensuite, l'enseignante fait des additions et des soustractions en ajoutant des nombres à celui que l'élève a représenté. Dans les additions et les soustractions, le but est de varier les retenues et les emprunts pour développer l'habileté des élèves à jouer avec les positions dans le nombre.

L'expérimentation se déroule en deux séances, de préférence dans la même semaine. Deux périodes de 45 minutes chacune sont réservées pour l'expérimentation : l'enseignant explique l'activité, les enfants sont mis en travail et il y a un retour.

L'activité leur permet de devenir eux-mêmes les nombres et d'intérioriser le concept avec leur corps au complet.

Pour la chercheuse, à la première séance, elle est responsable d'observer les élèves et le déroulement de l'activité et de s'assurer que la vidéo fonctionne bien pour l'autre moitié de la classe. À la deuxième séance, son rôle est d'observer encore une fois les élèves dans l'activité ainsi que leur interaction avec le mouvement. La deuxième séance est également filmée aux fins de vérification pendant l'analyse.

Plusieurs problèmes peuvent survenir puisque c'est une classe avec plusieurs enfants. Si, par exemple, l'un d'eux cherche à devenir un leader négatif et entraîne ses amis dans les mauvaises cases, il faut bien sûr intervenir et soit retirer l'enfant quelques minutes, soit le retirer complètement de l'activité lors de cas majeurs. Si un élève ne suit pas du tout, il faut évidemment noter que l'enfant ne semble pas entièrement présent ou est distrait et tenter d'identifier les raisons: distraction, concept inaccessible, etc. Bien entendu, il est impossible de s'assurer totalement que l'enfant ait compris le concept et qu'il s'est placé suite à sa propre décision uniquement. Les autres peuvent l'aider, mais l'interaction est justement pertinente à noter, car il est possible d'observer ceux qui sont capables de placer les autres, signe qu'ils ont d'autant mieux compris.

Bref, cette activité vise la participation de tous les élèves comme prévu dans la séance 1 ainsi qu'une interaction avec l'enseignant avec la séance 2. Elle a également pour objectif de rendre l'enfant actif dans son apprentissage, ce qui stimulerait davantage sa mémoire tel que mentionné par Kirk, Macdonald & O'Sullivan (2006) dans le cadre conceptuel. L'élève, en ayant le choix de disposer ses amis comme il le souhaite, fait place à sa créativité et à son pouvoir décisionnel, ce qui l'incite à s'investir davantage dans l'activité.

3.5.3 La distribution des questionnaires aux élèves

Tout de suite après la séance 1, ou le plus tôt possible, l'enseignant remet à chacun des élèves un questionnaire sur le processus que les enfants ont utilisé à travers le mouvement selon leur style kinesthésique inspiré du modèle de Sprenger (2008) (voir section 2.4). Pour dessiner la représentation de leur nombre, les enfants peuvent se servir de la photo prise avec un iPod à la fin de l'activité. La chercheuse récupère tous les questionnaires aux fins d'analyses.

3.5.4 Les entrevues semi-dirigées avec les enseignants

Les entrevues individuelles sont effectuées avec les trois enseignants participants le plus tôt possible après la deuxième séance, pour avoir leurs impressions à chaud. L'entrevue (voir APPENDICE I) est semi-dirigée et les questions sont orientées pour connaître l'impact d'une telle activité, selon eux, sur l'apprentissage des élèves, la faisabilité d'une telle approche dans le contexte actuel de l'école québécoise, la motivation des élèves dans une activité avec le mouvement et l'intérêt personnel pour une telle approche. Les entrevues servent à connaître le contexte concret de l'école et les impressions d'enseignants qui sont susceptibles d'utiliser cette approche ultérieurement pour la pertinence sociale de la recherche. Un protocole d'entrevue (voir APPENDICE H) permet à la chercheuse de suivre des étapes bien précises et de s'assurer que toutes les entrevues sont faites à partir du même cadre et ainsi, éviter les biais possibles. Les questions sont écrites dans un ordre précis, mais qui permet une ouverture à l'enseignant pour ajouter ses propres commentaires et ajouter du contenu pertinent.

3.5.5 La distribution du questionnaire de vérification aux élèves

Après la deuxième séance, un questionnaire de vérification (voir APPENDICE K) est administré aux élèves dans la période suivant l'expérimentation. Les élèves mettent

sur leur bureau un paravent si possible pour éviter le plagiat. L'enseignant distribue lui-même les questionnaires à chacun des élèves. Lorsque tous les élèves ont terminé ou que les 30 minutes sont écoulées, l'enseignant ramasse toutes les copies et les remet à la chercheuse. C'est ce dernier qui assure la correction et l'analyse des questionnaires pour vérifier la compréhension de la valeur de position.

3.6 Les méthodes d'analyse

Suite à la collecte des données, il y a tout d'abord un visionnement de la captation vidéo des séances d'activité avec une prise de notes dans le journal de bord. Les entrevues avec les enseignants sont transcrites et une analyse de contenu est effectuée. Leurs propos sont comparés pour extraire l'essence de ce qu'ils constatent ou pensent de l'approche kinesthésique et de ce qui est fait en classe, spécialement en mathématique. Les notes de la première observation en classe sont mises en commun et analysées pour exposer les éléments pertinents ou en lien avec les autres données. Ensuite, les réponses aux questionnaires des élèves sont lues et analysées. Les propos des élèves ajoutent de l'information aux observations en classe par rapport à leur propre processus pendant l'activité. Les notes de la deuxième séance sont également compilées afin d'observer les procédures adoptées, les remarques des élèves et leur compréhension de l'activité. Finalement, le questionnaire de vérification est corrigé et les éléments de la valeur de position qui ne sont pas assimilés sont extraits.

Ces analyses seront mises en relation dans la discussion en résonance avec le cadre conceptuel. Chacune des classes se retrouvera avec son propre profil et les annotations à son sujet pour permettre un portrait global. Une comparaison entre les résultats des filles et des garçons sera également établie pour faire le lien avec le problème de l'apprentissage des garçons. Nous tenterons aussi d'identifier les classes qui possèdent des élèves ayant une intelligence kinesthésique plus développée et porterons notre attention sur comment elle se manifeste.

CHAPITRE IV

LES RÉSULTATS

Cette section vise à présenter les résultats issus de l'expérimentation de l'activité mathématique dans les trois classes de 3e année. Étant donné que la collecte de données s'est effectuée au moyen de plusieurs instruments, les résultats sont présentés sous forme de thèmes en référence aux instruments qui ont permis de produire les données qualitatives. Suite à l'observation des classes participantes, un bref portrait de chacune d'entre elles sera dressé pour faciliter la compréhension du contexte qui a permis de produire les résultats. Suite à l'analyse de toutes les données recueillies, différents thèmes ont été dégagés pour tracer le fil conducteur de la recherche. En relation avec l'objet de recherche de l'apprentissage de la valeur de position par une approche kinesthésique, voici les thèmes qui seront mis en lumière:

- 1- La préparation du corps en vue de l'apprentissage d'un concept mathématique;
- 2- L'apport du corps en mouvement dans l'engagement des élèves;
- 3- Le rapport à l'environnement par le corps en mouvement et
- 4- Le rapport au raisonnement mathématique sous l'influence du corps en mouvement.

Ces différents thèmes s'appuient sur les perceptions et commentaires des enseignantes sur l'activité, les réactions et les gestes des élèves sur le plan kinesthésique. Puis, un aperçu des réponses des élèves à un questionnaire permet de faire le pont avec les observations de la chercheuse en temps réel, et ce, grâce à la vidéo. Les observations de la deuxième séance de l'activité ont permis d'extraire les propos et les gestes des

enfants en cours d'opération mathématique en mouvement. Finalement, quelques données quantitatives extraites du questionnaire de vérification permettent de constater les aspects de la valeur de position qui méritent d'être travaillés davantage ou qui ont possiblement été compris lors de l'activité avec le mouvement.

4.1 Le portrait des trois classes

Les trois classes de troisième année primaire qui ont vécu l'expérimentation comportaient des caractéristiques semblables. Elles accueillent un nombre d'élèves oscillant entre 17 et 20 aux personnalités différentes. Dans chacune des classes, la coopération est valorisée, offrant des coins aménagés pour satisfaire des besoins variés. D'un autre côté, les enseignantes, d'expérience différente, apportent chacune leur couleur dans leur classe et varient le climat. Les élèves ont également leur impact sur l'ambiance.

La première classe (100) prend place dans une école primaire publique de 406 élèves répartis dans des classes de la maternelle 4 ans à la sixième année incluant également des classes accueil de tous les niveaux. Cette école s'insère dans un milieu faiblement défavorisé de Montréal où certains programmes d'aide y sont offerts tels que le lait et les collations, mais en petite quantité. Le projet éducatif vise trois grandes orientations: apprendre à apprendre afin de comprendre le processus qui permet l'apprentissage, vivre en harmonie pour développer des relations saines et agréables et finalement stimuler leur curiosité dans le but de mettre l'enfant en situation de compréhension du monde qui l'entoure. Quant à la classe elle-même, 19 élèves de troisième année la font vivre à leur manière. Une élève avec un diagnostic de trouble du déficit de l'attention avec hyperactivité et une dyslexie fait partie de la classe. Ces élèves fourmillent de créativité et de volonté de changement. Ils aiment bouger et être actifs dans leurs apprentissages. L'enseignante, un peu avant le milieu de sa carrière, est très calme et dégage une atmosphère sereine dans la classe. Les élèves sont placés

en quatre équipes de quatre et une équipe de trois, tous positionnés de côté au tableau. Les élèves ont chacun leur bureau avec un tiroir en dessous pour y déposer leurs effets personnels. Le reste de la classe est constitué d'un coin lecture, d'un coin écoute et d'un coin ordinateur.

La deuxième classe étudiée (200) provient d'une école primaire publique qui accueille des enfants de la maternelle 5 ans à la sixième année incluant des classes accueil pour un total de 515 élèves. Cette école se situe dans un milieu défavorisé de Montréal. L'école a pour projet éducatif cinq principes fondamentaux qui entremêlent la connaissance de soi, de l'environnement, de la langue française, de la coopération, du respect et de l'accueil. Quant à la classe elle-même, c'est une troisième année et elle est composée de 20 élèves sans élève intégré¹⁰. Le climat est à la joie et au dynamisme, au reflet de la jeune enseignante qui a des idées plein la tête. Les élèves sont dynamiques, mais à leur affaire. Ils sont très allumés et aiment beaucoup répondre aux questions. Dans la classe, les élèves sont placés en trois grandes équipes de six environ sur de larges tables. La plupart font face ou sont de côté au tableau en tout temps. Trois autres élèves sont placés en une rangée avec leur bureau respectif en face du tableau vers l'arrière de la classe. Le reste de l'environnement est composé de coins tels que lecture, casse-tête, défi, etc. Beaucoup de lumière emplit cette salle.

La troisième et dernière classe étudiée (300) se situe dans la même école que la deuxième. Cette fois, la classe observée est une classe de troisième année qui a pour enseignante une femme qui possède une longue expérience de l'enseignement. La classe est composée de 18 élèves dont un élève intégré (trouble envahissant du développement). L'environnement spatial est plutôt aéré. Les élèves sont regroupés en équipe de six environ et travaillent sur de grandes tables communes. Leurs effets personnels sont dans des bacs sur le mur de la classe et ils vont les chercher lorsque

¹⁰ Selon le MELS (2013), un élève intégré est un élève présent en classe régulière qui présente des difficultés d'adaptation ou d'apprentissage reconnues.

c'est nécessaire. Seul l'élève intégré à un bureau séparé pour optimiser sa concentration en classe. Le climat, dès l'entrée, est calme et efficace. Les élèves savent quoi faire, mais se font rappeler à l'ordre quelques fois. Ils ont une attitude constructive envers l'apprentissage et les diverses activités.

4.2 Les conceptions des enseignantes de l'apprentissage kinesthésique

Après avoir présenté le contexte des trois classes qui ont expérimenté l'activité par le mouvement, les données d'entrevue permettent de saisir les différentes conceptions que les enseignantes se font de l'apprentissage kinesthésique. La première enseignante décrivait l'apprentissage kinesthésique comme « un apprentissage qui passe particulièrement par les mouvements du corps et par l'ensemble de tout ce qui est physique, le toucher, etc. ». La deuxième enseignante le définissait comme « une façon différente d'apprendre, de faire apprendre les élèves par le mouvement ». La première idée de l'enseignante était l'aspect différent par rapport à l'enseignement régulier, mais elle énonçait les mots mouvement et corps comme la première enseignante. La troisième enseignante, quant à elle, reprenait le mot corps et ajoutait un mot qui est revenu régulièrement dans le reste des entrevues: le mot actif. Selon elle, les enfants sont actifs, non seulement dans leur tête, mais dans leur corps aussi.

4.3 Premier thème: la préparation du corps en vue de l'apprentissage d'un concept mathématique

À la lumière des différentes conceptions préliminaires des enseignantes et le contexte de leur classe respective, voici ce qui est ressorti de l'expérimentation en tant que telle ainsi qu'à travers les entrevues, l'observation, le questionnaire de réaction et le questionnaire de vérification. De l'ensemble des données recueillies, quatre grands thèmes importants, qui regroupaient l'information révélatrice de l'expérimentation, ont été dégagés. Le premier thème est la préparation du corps en vue de

l'apprentissage. Dans le contexte de classe actuel, l'élève n'est pas habitué à être stimulé et à apprendre en mouvement et à mobiliser son corps; il faut donc le préparer adéquatement en vue de réaliser des apprentissages dans le domaine de la mathématique. Trois sous-thèmes à la préparation du corps à l'apprentissage en mathématique sont se sont révélés au fil de l'analyse des données. Il s'agit de la mémoire corporelle et de la résistance du corps à une activité, ainsi que la place de l'élève et de l'aménagement de sa classe. De plus, tout ce qui a trait à la préparation au bruit et à l'action doit être considéré dans une expérimentation d'un concept mathématique en mouvement.

4.3.1 La mémoire corporelle et la résistance

Un enfant arrive dans la classe avec son bagage et ses connaissances, cognitives, physiques, émotionnelles, etc. Il a intégré certains concepts dans son corps durant les années scolaires, mais également à la maison. Notre analyse révèle que dans la classe, lorsque l'enseignant désire faire apprendre un concept mathématique à un élève, il gagne à lui laisser le temps de l'intérioriser et de le graver dans sa mémoire corporelle par l'écriture et la manipulation de divers éléments. Ainsi, son corps comprend mieux la tâche à effectuer et comment la faire. Il peut l'appliquer plus rapidement la fois suivante. Dans une des classes, l'enseignante a laissé un bon moment à l'élève qui ne voyait pas du tout la solution. En la questionnant, en la laissant réfléchir, l'élève a réussi à faire des liens et comprendre ce qui ne fonctionnait pas. Kosslyn (2003) mentionnait que lors d'un événement, l'élève tente de se remettre en perspective et de se revoir spatialement dans un événement similaire pour faciliter son exécution. En commençant par de petits pas, les élèves développent progressivement leur mémoire corporelle et peuvent être davantage en mesure d'accéder à l'apprentissage suivant si leur mémoire corporelle est bien construite. En ce sens, la première enseignante mentionne : « si on ne le modèle pas, si on ne le vit pas et si on ne le pratique pas par courtes périodes, ça ne sera pas intégré. [...] Tout doit être modelé, tout doit être

intégré physiquement, même si tu n'es pas kinesthésique ». Elle complète sa réponse en expliquant ce qu'elle entend par la notion de la résistance qui serait la capacité du corps à exécuter une activité sur une durée de plus en plus longue lorsque la mémoire corporelle l'intériorise adéquatement. En évoquant la notion de résistance, elle se base sur l'ouvrage didactique intitulé *Les 5 au quotidien* de Boushey et Moser (2008) qui recommandent différentes actions pour développer la mémoire corporelle et la résistance. Hourst (2006) mentionne également qu'un enfant kinesthésique développerait davantage sa mémoire corporelle en passant à l'action, ce qui faciliterait son apprentissage. Bref, la résistance physique se développe avec le temps et avec des activités similaires dont on augmente la durée. On peut penser ici que cela demande de l'entraînement, au même titre qu'une activité physique. Dans le même ordre d'idées, cette même enseignante spécifie que « le corps a une mémoire physique et que, peu importe l'apprentissage que tu fais en classe, tu dois développer ta résistance physique ». C'est ainsi que les élèves sont en mesure de rester concentrés sur la tâche et d'accéder à l'apprentissage. La résistance physique implique aussi certains inconforts que l'élève doit progressivement apprendre à gérer, comme une forme d'entraînement combinant l'intellect et le corps.

4.3.2 La place de l'élève et l'aménagement de la classe

La place de l'élève dans la classe semble jouer un rôle déterminant dans la facilité de l'enfant à exécuter des tâches avec le corps en mouvement. L'élève, étant au centre de ce travail de recherche, revêt d'une importance capitale, mais l'aménagement de la classe semble avoir tout de même son impact sur l'activité de l'élève. Les classes observées dans lesquelles les enfants étaient rarement à leur place habituelle participaient activement à l'activité proposée dans cette recherche. La classe de la troisième enseignante, pour laquelle l'activité s'est déroulée selon les attentes, possède des tables et non des pupitres pour chacun des élèves. Ces derniers ont constamment la liberté de se déplacer dans l'espace d'apprentissage pour aller chercher leur matériel

rangé dans un bahut dans le coin de la classe. Elle ajoutait également que lorsque les élèves se retrouvent en ateliers, ils bougent énormément et leur place se modifie constamment. Parfois, ils sont au sol, sur les tables, dans un coin. La première enseignante mentionnait, pour sa part, que les élèves choisissent leur place surtout pendant les périodes de lecture où le confort et le bien-être sont des éléments primordiaux. Ils prennent donc l'espace qui leur convient. Les bureaux de cette classe étaient disposés en équipe de quatre élèves. La deuxième classe ressemblait beaucoup à la troisième, mais avec un accent marqué pour les coins des ateliers qui prenaient une grande place dans la classe. L'aménagement des classes des trois participantes était propice aux déplacements des élèves. Il était possible de noter que chacun d'eux semblait à l'aise dans la classe et n'hésitait pas à se rendre dans les différentes zones de travail. Bref, ces aménagements permettent de proposer une activité par le mouvement où les déplacements sont essentiels. Cette disposition semble avantager les élèves pour qu'ils se sentent confortables dans l'espace.

4.3.3 La préparation au bruit et à l'action

Pour enrichir ce premier thème de la préparation de l'élève à l'apprentissage par le mouvement d'un concept mathématique, il faut considérer les facteurs du bruit et l'engagement actif des élèves pendant ce type d'activité. Pendant les entrevues, il est revenu quelques fois que les enseignantes exprimaient leur réticence à l'égard de telles activités à cause du bruit que cela pouvait générer dans la classe. Ces propos permettent de penser que les enfants ne sont peut-être pas préparés à l'apprentissage dans un environnement bruyant, un facteur qui engendre une forme de retenue chez les enseignants. La première enseignante précisait qu'il était possible de développer la mémoire corporelle et la résistance des élèves afin de contrôler le niveau sonore dans la classe. Ensuite, d'autres moyens peuvent être mis en place pour faciliter une ambiance viable dans la classe. La troisième enseignante a déclaré recourir souvent aux techniques de respiration et au yoga pour apprendre aux élèves comment être

présents sans être bruyants. La tolérance au bruit serait donc un aspect à considérer dans la réalisation d'une telle activité. Puisqu'il est impossible de l'éliminer complètement, il est certainement possible de le réduire en sensibilisant les élèves à ses effets sur leur concentration et leur engagement en leur donnant le pouvoir de le moduler eux-mêmes (individuellement, mais aussi en groupe). À cet égard, Montessori avait pour principe qu'un environnement ordonné permettait un meilleur apprentissage, et donc, qu'il est important de s'assurer que les enfants soient en mesure de veiller à garder cet ordre qui se reflètera sur le niveau sonore dans la classe (Lillard, 2005).

Bref, pour préparer adéquatement un élève à un apprentissage d'un concept mathématique par le corps, il importe de s'assurer que sa mémoire physique et sa résistance soient suffisamment développées pour les déplacements qu'il aura à effectuer. Il importe aussi que la place de l'élève et son environnement dans la classe soient propices à ce type d'activité. Finalement, il est important que les élèves soient prêts à s'investir dans la gestion du bruit et de l'action dans la classe pour que cette dernière reste un endroit adéquat et optimal pour apprendre.

4.4 Deuxième thème: l'apport du corps en mouvement dans l'engagement des élèves

Compte tenu de l'importance de préparer adéquatement les élèves à l'activité par le corps en mouvement, l'observation de l'activité a permis d'analyser l'engagement corporel des élèves dans l'activité. Le corps, selon April (2010), est le premier moyen d'accès à l'environnement pour l'enfant. L'environnement est tout ce qui gravite autour de lui et il y accède par plusieurs médiums soit ses membres, son cerveau, sa pensée, ses organes, ses émotions. Premier moyen d'accès à la connaissance, l'enfant développe rapidement une relation corporelle à l'environnement lui permettant de faire plusieurs découvertes telles que ressentir du plaisir dans le jeu, s'engager dans

l'espace, gagner de l'autonomie dans ses mouvements et dans ses actions ainsi qu'appriivoiser les sensations que lui procure son corps. Quatre sous-thèmes ont été dégagés de l'analyse des données d'observation des élèves en cours d'expérimentation de l'activité portant sur la valeur de position : l'élève actif dans l'espace, la sensorialité de l'élève, le plaisir de l'élève et l'autonomie de l'élève.

4.4.1 L'élève actif dans l'espace

L'élève, à l'âge scolaire, a un besoin grandissant de bouger. Les champs de la psychologie et des sciences physiques s'entendent pour dire que l'enfant s'épanouit en découvrant son environnement avec son corps et en se déplaçant dans l'espace. Il s'agit d'aspects essentiels de l'apprentissage. Branger (2011) met de l'avant cette expérience spatiale qui permet la mémorisation et la localisation des caractéristiques de l'environnement de l'apprenant. Elle favorise la rétention de l'apprentissage. À ce sujet, la première enseignante mentionne que ses élèves « ont besoin d'être stimulés rapidement, puis ils ont besoin d'action, ils ont besoin que ça change ». Leur attention est limitée, il faut donc la canaliser rapidement. Elle ajoute que lorsque les élèves « sont impliqués [proactifs] et qu'ils ont une démarche concrète à faire d'eux-mêmes, ils sont actifs dans leurs apprentissages et c'est plus motivant ». La démarche concrète mentionnée par l'enseignante fait référence aux étapes précises que les enfants suivent et qu'ils sont en mesure de faire par eux-mêmes. Dans notre expérimentation, une démarche concrète était appliquée: les enfants pigeaient un nombre, choisissaient les bons dossards et les remettaient à leurs coéquipiers. Ensuite, ils plaçaient leurs coéquipiers dans le tableau de nombres, puis leur indiquaient la position à adopter. Les deux autres enseignantes tiennent des propos similaires en spécifiant qu'elles croient que les élèves sont en apprentissage lorsqu'ils sont en action et, dans cette activité, ils l'étaient. Pendant l'expérimentation, il était évident que les élèves étaient effectivement presque toujours actifs et sollicités dans les nombreuses interactions nécessaires pour réussir la tâche mathématique. Leur attention était présente tout au

long de l'activité. Il fut aussi possible d'observer que la plupart des enfants semblaient à l'aise dans l'espace et en prenaient bien possession. Les écrits de Shoval (2011) se reflètent en quelque sorte dans les paroles des enseignantes. Les résultats de son étude sur une activité par le mouvement lui ont permis de conclure que les enfants qui sont actifs sont davantage stimulés au niveau de l'attention.

4.4.2 La sensorialité de l'élève

En étant actif dans l'espace, l'attention de l'élève est souvent plus soutenue quand il est engagé globalement dans l'espace. L'élève peut aussi être stimulé et actif dans son apprentissage grâce à sa sensorialité, c'est-à-dire grâce à l'activation de tous ses sens. L'apprentissage de l'élève peut passer « par tout ce qu'ils ont à faire et à apprendre » (Enseignante 1). Ils ont souvent besoin de voir les notions pour faciliter l'apprentissage. Les échanges visuels entre les élèves contribuaient à rendre plus concrets les apprentissages en jeu. Dans cet ordre d'idées, la troisième enseignante faisait remarquer que l'activité avait l'avantage « de faire bouger beaucoup aussi parce que les échanges, tu les vois. C'est visuel pas mal ». Le sens de la vue est sollicité et celui du toucher. La complémentarité de l'activation simultanée de la vue et du toucher pourrait faciliter l'apprentissage d'un concept abstrait comme le décrit Gentaz (2009) avec son expérience sur l'apprentissage des lettres par la vue et le toucher. De plus, pendant l'observation, les élèves semblaient apprécier l'action de manipuler leurs collègues pour les déplacer. Ils utilisaient fréquemment tout leur corps ou une partie de celui-ci pour présenter la position que leurs camarades devaient adopter.

4.4.3 Le plaisir de l'élève

Outre le fait d'être stimulé par son corps et ses sens, l'enfant trouve un plaisir à utiliser son corps pour apprendre et est généralement plus motivé et engagé dans son apprentissage. Précédemment à l'activité, une enseignante précisait que ses élèves

apprenaient beaucoup par le jeu, à condition qu'ils soient motivés dès le départ. Ainsi, dans cette activité, les élèves se croyaient en jeu et étaient plus enclins à travailler. La deuxième enseignante poursuivait sur la même lancée en expliquant que pendant l'activité, « [mes élèves] ont l'impression de s'amuser. Ils s'amuse dans le fond. Ils n'ont pas l'impression d'apprendre, surtout que ça va chercher d'autres élèves ». Le jeu, étant inclusif, permet d'aller chercher l'attention des élèves moins conceptuels. Il pourrait agir comme un tremplin vers les apprentissages conceptuels. La troisième enseignante révélait, elle aussi, que les enfants aiment bouger. Par le jeu, l'apprentissage s'avère plus fluide pour l'enfant. Il deviendrait plus volontaire, naturel et agréable. Le climat de la classe propice aux apprentissages aiderait aussi à augmenter le plaisir de l'élève dans son apprentissage. À cet égard, Dewey (2004) ajoutait l'importance de « faire appel à l'amour du plaisir. On excite l'attention de l'enfant dans une certaine direction avec l'espoir que d'une manière ou d'une autre il assimilera » (p. 27).

4.4.4 L'autonomie de l'élève

L'activation du corps dans une activité permet l'engagement de l'élève non seulement par le fait d'être actif, d'être stimulé par les sens et d'avoir du plaisir, mais également par le fait d'encourager son autonomie. C'est ce qui a pu être observé pendant les deux séances d'activités. Lorsque l'enfant se sent en confiance et à l'aise avec son corps dans l'espace, il semble réussir à s'investir complètement et à faire preuve d'autonomie dans la tâche. Il se retrouve dans sa zone de confort. Vergnaud (2000) reprenait les propos de Vygotski en explicitant ce qu'il appelait la zone proximale de développement. Cette zone définirait l'étape où l'enfant sait faire une tâche avec autrui, mais qu'il ne sait pas la faire seul. La zone de confort, utilisée précédemment, serait l'étape suivant la zone proximale de développement où l'enfant n'a aucun problème à effectuer la tâche seul. Montessori proposait comme principes que l'apprentissage et le bien-être soient bonifiés lorsque l'apprenant ressent un contrôle

sur sa vie et sur ce qu'il apprend (Lillard, 2005). À la première séance d'expérimentation, les observations ont permis de constater que les élèves des classes dont l'environnement était stimulant, semblaient avoir plus d'initiative et prenaient les autres par les épaules en les transportant littéralement dans l'espace ou en déplaçant leurs pieds. Les classes dont l'environnement était moins stimulant, les élèves semblaient moins enclins à utiliser leur corps et l'espace. La majorité des élèves démontraient une aisance spatiale contribuant à leur autonomie dans la tâche mathématique. Certains ne semblaient pas très à l'aise ou timides, mais la plupart avaient l'air pleinement dans leur élément et avec un peu d'encouragement. Les plus timides participaient aussi. L'autonomie vient donc à la fois de l'accessibilité de la tâche elle-même, mais aussi de l'aménagement de la classe qui la rend propice aux apprentissages actifs ainsi que le développement de la mémoire corporelle de l'enfant, qui lui permet de se concentrer sur la tâche et non sur les éléments externes liés aux déplacements et au bruit ambiant.

Bref, il a été possible d'observer que l'engagement corporel des élèves a un certain impact sur l'expression de leur autonomie dans la tâche mathématique. D'abord, parce qu'il permet à l'enfant d'être actif dans l'espace et d'être stimulé suffisamment. Aussi parce que les sens de la vue et du toucher sont particulièrement sollicités dans l'expérimentation proposée. Les élèves ont visiblement exprimé leur plaisir leur donnant ainsi le pouvoir d'agir concrètement dans la tâche et sur le climat général de la classe, dont la gestion du bruit. Selon notre étude, le corps permettrait donc à l'enfant de s'engager globalement et de façon durable dans les activités.

4.5 Troisième thème: le rapport à l'environnement par le corps en mouvement

Une fois que les élèves sont préparés à une activité mobilisant leur corps en mouvement et qu'ils sont pleinement engagés dans la tâche proposée, l'analyse nous a mené sur la voie du rapport de l'élève en relation avec les trois grands axes suivants :

le rapport au matériel, le rapport aux autres élèves ainsi que le rapport avec l'enseignant tout au long de l'activité. Ces rapports apportent un éclairage sur la manière dont l'élève s'engage corporellement dans l'environnement de la classe dans un contexte d'apprentissage portant sur la valeur de position.

4.5.1 Le rapport au matériel didactique

Pour débiter, l'enfant apprend régulièrement à l'aide de matériel didactique, que ce soit une feuille et un crayon, un cahier d'exercices, un manuel, un ordinateur, des livres et souvent en mathématique, du matériel de manipulation. Dans le cas de l'activité expérimentée, le matériel est principalement constitué de dossards de trois couleurs différentes qui représentent chacune une position dans le nombre devant être reconstitué dans l'espace d'action. Les élèves jouent aussi avec le positionnement des corps des autres qui deviennent le matériel de manipulation de l'enfant. La première observation nous indique que les élèves utilisent adéquatement le matériel et qu'ils sont créatifs dans leur manière d'utiliser d'autres objets, si nécessaire. Les façons de positionner leur corps sont plutôt variées. De plus, il a été possible de constater qu'ils ont une tendance généralisée à représenter le matériel multibase, matériel fréquemment utilisé dans les écoles où les unités sont des petits cubes, les dizaines des bâtonnets de 10 petits cubes collés et les centaines des plaquettes de 10 bâtonnets collés. Ils semblent transférer la forme du matériel multibase dans leur corps. Ils se placent donc en boule pour l'unité, en forme de bâton allongé pour la dizaine et en forme carrée avec leur bras pour la centaine. Les autres positions observées étaient celles des jambes collées ou écartées, du corps plié ou déplié, des bras dans les airs ou baissés, de hauteur grande ou petite, des mains sur la tête ou le long du corps ou encore ils utilisaient des chaises pour augmenter les différences de hauteur.

Au quotidien, les enseignantes mentionnent qu'elles utilisent beaucoup la manipulation de matériel pour faciliter les apprentissages en mathématiques. Elles

utilisent le matériel multibase, mais également des jetons, des pierres, des sacs d'argent et des planches à calculer. Certaines sont réticentes à utiliser le matériel multibase parce que malgré sa facilité d'utilisation, il comporte des effets réducteurs. Il offre une seule conception de la dizaine ou de la centaine à l'enfant. Il ne permet pas l'abstraction de ce qu'est une unité, une dizaine et une centaine en terme de quantité réelle. Une dizaine n'est pas nécessairement un bâtonnet. Une dizaine signifie seulement un groupement quelconque de 10 éléments. L'apport du corps devient ici intéressant dans l'apprentissage d'un concept mathématique. Montessori va dans le même sens concernant la mauvaise ou l'utilisation abusive d'un même matériel. Elle précisait que son utilisation inappropriée ne permettait pas un apprentissage adéquat et qu'il était préférable que l'enseignant clarifie de nouveau son utilisation si tel était le cas (Lillard, 2005).

4.5.2 Le rapport aux élèves

Suite à la constatation sur la manière dont les élèves agissent par rapport au matériel qui leur est fourni, il convient de se pencher sur le rapport qu'ils entretiennent entre eux dans la perspective de mieux comprendre comment cette interaction peut déclencher un apprentissage. La troisième enseignante semblait très préoccupée et enchantée par l'interaction qu'elle a pu observer pendant l'activité entre ses élèves.

Je trouve que de les mettre ensemble pour réfléchir, ça j'ai trouvé ça intéressant. Un enfant, des fois, quand il est seul, il va être dans le doute, dans le questionnement, alors que là, il y a les autres, et ceux qui sont plus forts ensemble, je trouve qu'ils arrivent à conforter l'enfant dans sa réponse. J'ai tellement vu ça souvent des enfants qui sont convaincus qu'ils sont poches en math, déjà la porte se ferme carrément, alors que là, je trouve que ça permet une belle ouverture.

Ce moment de questionnement a pu être noté pendant l'observation. Parfois, un long temps était nécessaire, mais les élèves parvenaient toujours à trouver ce qui clochait dans la représentation de leur nombre. La deuxième enseignante expliquait que le

déclat se ferait probablement plus rapidement par la suite lorsque l'enfant se retrouverait seul face à la tâche parce que la première étape aurait été concrète. Il visualiserait l'activité de manière concrète et serait en mesure de le transférer sur papier. Jeannerod et Frak (1999) mentionnaient que l'apprenant qui voit l'action active ses zones cervicales dédiées à l'apprentissage. Cette relation d'observation-action était très présente dans l'activité. La première enseignante ne précisait rien à l'égard de l'échange entre les élèves.

Une partie de l'analyse portait sur les échanges cognitifs que les enfants entretenaient entre eux, soit par le questionnement ou par l'aide des camarades. Des observations ont aussi été relevées quant au rapport cognitif qu'ils entretenaient entre eux, c'est-à-dire par le corps de l'enfant avec celui des autres. Les élèves semblaient, pour la plupart, à l'aise avec les autres. Ils n'hésitaient pas à prendre les autres élèves par la main, par les épaules, à déplacer leurs pieds. Ceux qui semblaient plus timides touchaient les autres avec retenue ou dictaient l'endroit désiré. Il était possible d'observer par leurs gestes d'hésitation qu'ils réfléchissaient, puis soudainement tout semblait aller de soi. Des conflits cognitifs apparaissaient également par les remarques des autres élèves qui n'étaient pas d'accord avec la proposition de l'élève en charge. Par exemple, une élève ajoutait 4 dizaines aux 6 dizaines déjà présentes et ne comprenait pas comment écrire sa réponse finale dû aux 10 dizaines. Un élève lui avait répondu qu'il était impossible d'écrire 10 dans la colonne des dizaines et donc elle devait faire une action spécifique. Puis, l'élève comprenait et terminait sa tâche aisément.

4.5.3 Le rapport à l'enseignant

L'enfant est en relation avec son matériel, avec les autres élèves, mais il ne faut pas oublier qu'il entretient un rapport particulier avec l'enseignant qui peut être différent en contexte d'une activité par le mouvement. Lafortune (2002) apportait l'idée que les

enseignants jouent un rôle fondamental auprès de leurs élèves et ont une influence à ne pas négliger. Les enseignants agissent comme un guide cognitif, mais aussi comme un guide émotif, particulièrement chez les enfants plus jeunes. Dans une activité impliquant le mouvement, les enseignants sont aussi en mouvement lorsqu'ils circulent et leur rôle cognitif est de questionner l'enfant. La deuxième enseignante spécifiait qu'elle privilégiait les chances d'apprendre et de vivre des succès à des élèves qui avaient de la difficulté à l'écrit, mais de la facilité avec leur corps. Elle appréciait ce moment de partage avec l'enfant qui vit une réussite. La troisième enseignante mentionnait qu'elle entrait elle-même souvent en relation par son langage non verbal avec les élèves. Lorsqu'elle expliquait une notion, elle utilisait souvent une grande quantité de gestes. Par exemple, en écrivant au tableau, elle donnait beaucoup d'exemples pour entrer en relation d'une manière ou d'une autre avec l'élève.

Quant aux observations pendant l'activité, l'enseignante adoptait davantage un rôle de guide en recourant au questionnement auprès des enfants pour les rendre cognitivement actifs et provoquer des conflits cognitifs, permettant à l'apprentissage de se construire et de s'ancrer. La deuxième enseignante semblait incertaine des termes à adopter et s'est rendue compte de son influence sur l'apprentissage des enfants. Par exemple, elle mélangeait les termes chiffres et nombres. Elle disait que dans 412, il y a 1 dizaine, ce qui est faux. Le chiffre à la position des dizaines est 1, mais dans le nombre 412, il y a 41 dizaines. Elle s'est vite ravisée et a tenu à utiliser les termes précis dans les situations correspondantes. Dans le cadre actuel d'un système éducatif influencé par le constructivisme, l'enseignant doit adopter un rôle de guide et de facilitateur vers la connaissance pour l'élève. L'activité corporelle suit cette logique en fournissant les éléments nécessaires à l'enfant pour que ce dernier construise lui-même sa pensée avec plus d'autonomie.

Bref, l'enfant se retrouve baigné dans un environnement qui le stimule de toute part. Il est constamment en relation avec ce qui l'entoure. Chaque facteur a sa propre influence sur l'enfant. En apprentissage, l'enfant est en relation importante avec le matériel qu'il utilise, avec les autres élèves, avec qui il apprend ainsi qu'avec l'enseignant qui l'accompagne dans ce processus. Pour s'assurer d'un apprentissage de qualité, les observations démontrent que le matériel s'avère un élément à ne pas négliger.

4.6 Quatrième thème: l'influence du corps en mouvement sur le rapport au raisonnement mathématique

Après avoir observé comment préparer l'enfant à un apprentissage par le mouvement, puis l'influence que le corps pouvait avoir sur l'engagement de l'enfant dans la tâche et finalement le rapport qu'il entretient avec le matériel qu'il utilise, avec ses camarades ainsi qu'avec l'enseignant, il s'avère pertinent de se pencher sur le raisonnement mathématique de l'enfant lorsqu'il est engagé dans une activité corporelle, ce qui constitue en fait le noyau de cette présente recherche. Tout d'abord, au fil de l'expérimentation, il a été possible d'observer et de relever, grâce aux entrevues avec les enseignantes, quelques aspects concrets d'un apprentissage mathématique par le corps pouvant aider la conceptualisation de la valeur de position. Par exemple, lorsqu'il y a 10 dizaines dans la même colonne, l'enfant voit la quantité réelle et doit les échanger contre une centaine. Puis, l'utilisation du corps stimulerait les conflits cognitifs, soit personnels, entre les coéquipiers et avec l'enseignant. Différents exemples de l'expérimentation viendront appuyer les résultats quant au raisonnement mathématique de l'élève pendant l'activité. Soulignons de nouveau que Montessori avait pour principe qu'un apprentissage dans un contexte concret et significatif est plus approfondi et riche de sens que lorsqu'il est appris dans un contexte abstrait (Lillard, 2005).

4.6.1 Le raisonnement mathématique par la concrétude du corps

Comme énoncé précédemment, l'apprentissage par le corps permet une stimulation accrue de l'enfant, car ses sens sont fortement sollicités en cours d'apprentissage. Le fait d'effectuer une activité avec son corps rend l'apprentissage concret et tangible pour l'élève. Une enseignante observait que les élèves ont besoin, surtout en mathématique, de manipuler du matériel, à condition qu'il soit diversifié (planche à calculer, jetons, réglettes, pierres, multibase, etc.). Elle ajoutait : « la personne qui le fait elle-même était en apprentissage parce qu'elle avait à se questionner pour le faire ». C'était maintenant, direct et spontané. La deuxième enseignante croyait également que pendant l'activité, les élèves avaient appris. Elle précisait également que c'est parce que c'était concret. Pendant la deuxième séance d'observation, il était possible de voir dans les yeux des élèves un déclic parce qu'ils avaient face à eux quelque chose à laquelle ils ne sont pas habitués, c'est-à-dire voir en vrai, en réel, le nombre qu'ils représentaient. Voici un exemple tiré des observations de l'activité pour expliciter cette concrétude de l'activité en question.

Un élève, devant tout le groupe, additionnait 70 au nombre 331. Il réfléchissait longuement. Il commençait à ajouter les dizaines une à une. L'enseignante lui a demandé quelle était la réponse. Il semblait troublé parce qu'il savait, dans sa tête, que le résultat était 401, mais il voyait bien que devant lui, ça ne représentait pas 401 parce que la colonne des dizaines était remplie d'élèves. Ensuite, il a compris qu'il devait échanger les 10 dizaines contre une centaine et ainsi obtenir la bonne réponse. La transformation des dizaines en une centaine lui a permis de verbaliser et de comprendre de manière adéquate le résultat 401.

Cet exemple met en relief l'apport du caractère concret d'une activité corporelle pour l'apprentissage d'un concept mathématique.

4.6.2 Le raisonnement mathématique par le conflit cognitif

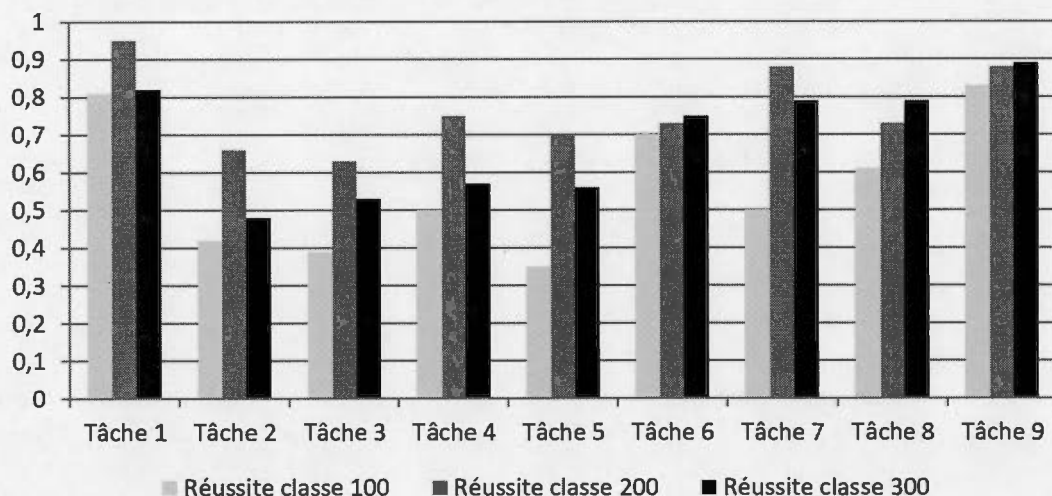
Que s'est-il passé au niveau cognitif chez les élèves lors de l'activité corporelle? Pendant la première séance d'observation, il était possible de noter que plusieurs élèves ne semblaient pas voir nécessairement de différence d'ordre de grandeur entre les centaines, les dizaines et les unités, du moins ils ne le représentaient pas toujours avec le corps. La compréhension du concept s'opérait peut-être, mais les élèves ne semblaient pas être, de manière généralisée, en mesure de l'appliquer d'une autre manière. Lorsque venait le temps d'effectuer une addition de nombres avec une retenue, les élèves ajoutaient, comme il se doit, les différentes centaines, dizaines, unités, mais ils restaient parfois coincés lorsque venaient le temps de l'écrire en nombre puisqu'il y avait plus de 9 personnes dans la même colonne. Avec le corps de leurs coéquipiers, les élèves voyaient plus rapidement que quelque chose ne fonctionnait pas. En utilisant les chiffres sur papier, il est plus facile, pour un élève, de devenir hésitant et déplacer des chiffres sans y donner de sens. Avec le corps, cela s'avère plus difficile. Le conflit cognitif était bien au rendez-vous.

Quant au raisonnement mathématique chez les élèves, en terminant, la soustraction avec retenue était la plus facile à observer. Rapidement, les élèves semblaient embarrassés à la vue d'un nombre où ils devaient enlever par exemple des dizaines, mais qu'il n'y en avait pas suffisamment (l'élève veut effectuer la soustraction suivante $34 - 5$, il essaie d'enlever 5 unités, mais n'en possède que 4 dans la colonne des unités). Ensuite, les élèves se rappelaient la technique d'emprunt à la position supérieure (la centaine) en l'échangeant contre 10 dizaines étant ainsi en mesure de soustraire le bon nombre de dizaines et de donner la réponse. L'apport du corps dans cet apprentissage est pertinent puisqu'il empêche d'effectuer une erreur fréquente chez les élèves, soit celle de soustraire 4 de 7, par exemple, lorsqu'ils ne peuvent pas faire l'équation $4 - 7$. Avec le corps, il leur est impossible d'inverser la soustraction, ils sont

donc obligés d'agir avec la représentation concrète du nombre. Sur papier, ils peuvent en faire ce qu'ils veulent, mais avec les autres élèves, ils comprennent la réalité de l'opération.

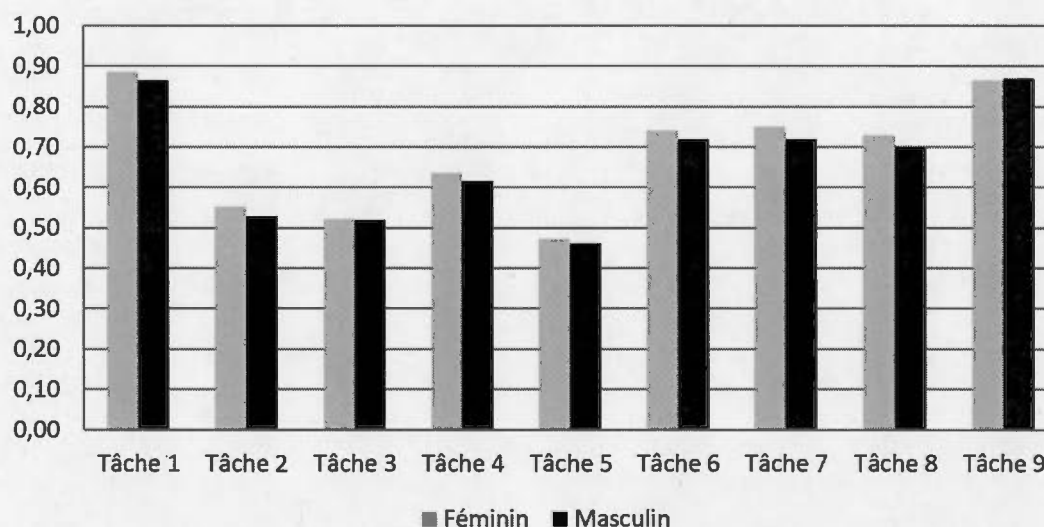
Le questionnaire de vérification a également apporté son lot de résultats surprenants sur le raisonnement mathématique que les élèves peuvent accomplir, mais surtout sur les lacunes importantes quant à la valeur de position chez les élèves de 3^e année si on les compare au niveau attendu dans les travaux de DeBlois (2001). Ce questionnaire visait à répondre à l'objectif de mettre en lumière l'état des connaissances actuelles des élèves sur la valeur de position. La figure 4.1 présente les résultats des différentes tâches du questionnaire pour chacune des classes. La tâche 2, qui consistait à décomposer un nombre et établir des relations d'inclusion (exemple : dans le nombre 382, combien y a-t-il de dizaines en tout?), la moitié des élèves interrogés n'ont pas réussi. Ils n'arrivaient pas à voir que le nombre est constitué à la base que d'unités et que pour faciliter la lecture et l'écriture, des groupements ont été effectués. La tâche 3 a causé, elle aussi, plusieurs difficultés chez les élèves. L'objectif était de valider si l'élève était en mesure d'attribuer une valeur à un chiffre (exemple : dans le nombre 823, quel chiffre est à la position des dizaines?). Les élèves ne semblaient pas bien différencier le nombre de dizaines et le chiffre à la position des dizaines. Finalement, il a été possible de constater avec les résultats de la tâche 5 que les élèves ne connaissent pas ou n'ont pas assimilé la procédure qui consiste à arrondir un nombre. Pourtant, la Progression des apprentissages en mathématique (MELS, 2009) mentionne que l'élève de 3^e année sait arrondir un nombre compris entre 1 et 100 000 à un ordre de grandeur donné. Plusieurs n'avaient aucune idée du terme arrondir. Les tâches 1, 8 et 9 ont été les plus réussies. Elles consistaient à comparer des quantités ou à faire des additions et des soustractions. Les enfants connaissent, pour la plupart, les techniques d'addition et de soustraction, mais semblent présenter des lacunes quant à la compréhension profonde de la valeur de position.

Figure 4.1
Taux de réussite de chaque classe par tâche



Le questionnaire de vérification a également permis de vérifier s'il y avait des différences de compréhension entre les filles et les garçons. Ceux-ci présentaient des résultats très similaires, mais il était possible de noter une petite faiblesse chez le sexe masculin pour chacune des tâches. Les résultats sont présentés dans la figure ci-dessous.

Figure 4.2
Taux de réussite moyen par tâche selon le sexe de l'élève



Pour conclure la présentation des résultats, il a été question de la préparation du corps en vue de l'apprentissage d'un concept mathématique sous les angles de la mémoire corporelle et de sa résistance, de la place de l'élève et de l'aménagement de la classe et de la préparation au bruit et à l'action. Ensuite, il a été question de l'apport du corps en mouvement dans l'engagement des élèves selon plusieurs facteurs: le fait d'être actif dans l'espace, la sensorialité, le plaisir et l'autonomie de l'élève. Puis, comme l'enfant baigne dans un environnement précis, il fut nécessaire d'analyser les différents rapports qu'il entretient avec son environnement comprenant le matériel, les autres élèves et l'enseignant. Pour terminer, comme l'objet de cette recherche porte sur l'apprentissage par le mouvement de la valeur de position, il a été question du rapport au raisonnement mathématique par le mouvement en passant par la concrétude de l'activité, puis par les conflits cognitifs que l'activité corporelle produit.

Les résultats ont été présentés au moyen d'entrevues et d'observations tout au long des activités qui ont permis de soulever des non-dits. Un questionnaire a servi à confirmer les observations effectuées dans les classes. Une question portant sur l'habileté à

griffonner et à dessiner pour l'élève kinesthésique n'a pas fourni les éléments attendus étant donné la volonté des enfants de reproduire exactement la photo sans se concentrer sur la faculté d'abstraire par le dessin. Le questionnaire de vérification, pour sa part, a permis de noter les tâches relatives à la valeur de position encore difficiles pour des élèves de cet âge. Les résultats ont permis d'éclairer l'hypothèse de départ selon laquelle l'intégration des connaissances en mathématique pouvait être influencée par l'apprentissage kinesthésique. Les données reflètent que l'apprentissage kinesthésique aurait une influence positive sur l'apprentissage des élèves à plusieurs niveaux tels que par le plaisir des élèves, par leur activité dans l'espace, par leur autonomie, par le développement de leur mémoire corporelle ainsi que par la création de plusieurs conflits cognitifs. Il semblerait y avoir des effets sur l'apprentissage du concept de la valeur de position, malgré qu'il soit impossible d'attribuer les effets uniquement à cette activité.

CHAPITRE V

LA DISCUSSION

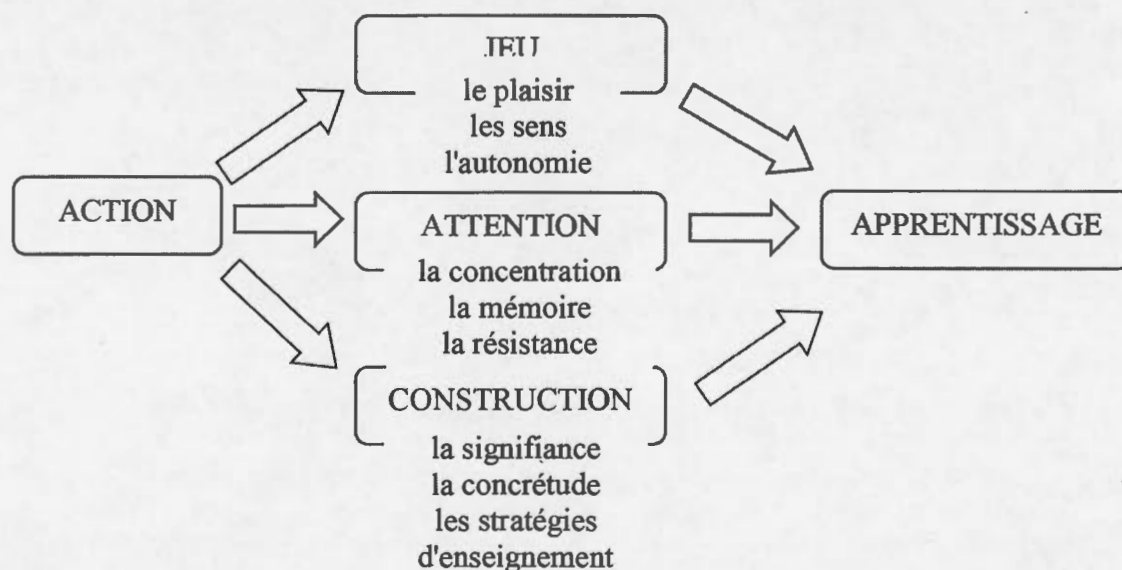
En se recentrant sur l'objectif principal de la recherche qui est de faciliter l'apprentissage de la valeur de position chez les élèves du deuxième cycle du primaire, il est pertinent de revenir dans cette section sur le terme *apprendre*. Vienneau (2011) le définit selon trois aspects. Il est possible d'apprendre *que* (les nuages sont formés d'eau), d'apprendre *à* (tricoter) et d'apprendre *tout court* (en s'amusant). Dans la présente recherche, les trois types d'apprentissage sont pris en compte : celui d'apprendre qu'une dizaine comprend 10 unités, celui d'apprendre à effectuer des opérations avec des nombres et celui d'apprendre à abstraire avec son corps. Vienneau (2011) poursuit avec les facteurs essentiels à l'apprentissage: le rythme d'apprentissage, les apprentissages préalables, le désir d'apprendre ainsi que le traitement de l'information dont l'attention fait partie. Ces facteurs facilitent l'apprentissage et permettent de mieux cerner ce qui fait défaut lorsque l'apprentissage ne réussit pas.

Suite à la section résultats qui évoque l'analyse des différentes données obtenues sur le terrain, la discussion permettra de mettre en relief et, du même coup, en relation ces données afin de mieux les comprendre. Au travers de la discussion, trois grands facteurs ont été dégagés. À titre métaphorique ou analogique, l'idée d'une équation s'est imposée. Représentant bien la discipline d'étude, soit les mathématiques, une structure s'est dessinée dans le but de mettre en place le plus de liens possibles entre les données. Le symbole égal a été remplacé par la flèche avec deux lignes qui signifie l'implication. Les trois équations métaphoriques choisies débutent toutes, dans ce cas-ci, par le mot action, élément-clé de ce projet de recherche qui signifie

l'activité de l'élève dans l'espace. Puis, s'en suit le déclenchement d'un facteur facilitant l'apprentissage tel que le jeu, l'attention et la construction pour terminer l'équation avec le mot apprentissage, le but ultime. Les chemins facilitateurs entre l'action et l'apprentissage observés dans ce projet seront donc discutés. Entre les éléments, une flèche a été placée, au lieu du symbole égal, et pourrait être remplacée par le verbe « engendre ou implique ».

Pour débiter, la première équation se lira comme suit : Action => Jeu => Apprentissage. Il sera question du jeu comme chemin entre l'action et l'apprentissage divisé en trois sous-thèmes : le plaisir, les sens ainsi que l'autonomie de l'élève. Puis, la deuxième équation sera celle-ci : Action => Attention => Apprentissage. L'attention est un facteur essentiel à l'apprentissage abordé sous trois angles : la concentration, la mémoire et la résistance. Pour terminer, il importe de discuter de cette dernière équation: Action => Construction => Apprentissage. Il est intéressant de se pencher sur la construction des connaissances comme dernier chemin entre l'action et l'apprentissage, se déclinant en trois aspects : la signifiante, la concrétude et les stratégies d'enseignement.

Figure 5.1
Représentation des équations de l'action vers l'apprentissage



5.1 Action => Jeu => Apprentissage

Comme décrit précédemment, le terme action dans l'équation fait référence à l'élève en mouvement dans l'espace, ce qui s'est produit pendant l'expérimentation de cette présente recherche. Or, ici, un facteur important apparaît, celui du jeu. Le jeu chez l'enfant est tout à fait naturel et lui permet, comme le mentionne April (2010), d'accéder à son environnement. Que ce soit le jeu de rôle, le jeu de construction, le jeu de société, etc., le jeu regorge de facettes qui faciliteraient l'apprentissage. Au travers de ce mémoire, plusieurs auteurs ont apporté le fruit de leur recherche concernant plusieurs aspects du jeu. Les observations ainsi que les entrevues effectuées ont également permis de séparer le jeu en trois dimensions qui facilitent l'apprentissage: le plaisir, les sens et l'autonomie de l'élève.

5.1.1 Le plaisir

Dewey (2004) propose deux types de plaisir: celui qui accompagne l'activité et celui qui naît du contact avec l'environnement. Le premier se retrouve imbriqué dans l'activité et il n'y a pas d'existence séparée dans la conscience. Tandis que l'autre plaisir prend part lorsque l'individu retire de l'intérêt. Ce plaisir existe par lui-même dans la conscience et est le résultat de la réceptivité des stimuli de l'organisme. Lors des entrevues, les enseignantes disaient, sans exception, que les enfants avaient ce besoin de bouger et qu'ils en tiraient du plaisir. Il était possible de le constater par l'entrain que presque tous mettaient à la tâche et leurs yeux allumés et rieurs. Cette manière de s'amuser augmentait la motivation chez les élèves et rendait l'apprentissage plus fluide et volontaire (l'enfant y allait de lui-même). Dans le cadre conceptuel, il a été question, dans la section sur l'intelligence kinesthésique, de Hourst (2006) qui reprend cette observation en écrivant que les enfants aiment bouger et qu'ils apprennent en bougeant. Ce fait n'est pas démenti, non plus, par les écrits sur la créativité tels que Root-Bernstein et Root-Bernstein (1999) dans Starko (2010) qui

établissent les treize outils de la pensée des personnes très créatives. Ils mentionnent qu'une personne créative est quelqu'un qui porte attention aux sens, aux sensations corporelles ainsi qu'à l'expérience. Ce type de personne aborde souvent le travail comme un jeu qui met temporairement de côté les règles et procédures. Elle réussit aussi à rassembler les idées, les sentiments, les sensations, les souvenirs et les images, ce qui permet de travailler la mémoire. La créativité, stimulée par l'activité de ce projet de recherche, ainsi que le plaisir qui en découle, produit pour l'élève une occasion de créer et d'apprendre en bougeant et en jouant. Du point de vue de la chercheuse, il était possible d'observer ce plaisir rattaché à la créativité par l'envie que les enfants avaient de trouver de nouvelles solutions ou de s'exprimer différemment de leurs camarades. La créativité est ici évoquée parce qu'elle a été présente dans l'activité, mais elle ne fait pas l'objet d'une lecture approfondie parce qu'elle ne constitue pas le cœur de la recherche.

5.1.2 Les sens

Outre le plaisir, une autre facette du jeu concerne la stimulation des sens. Le jeu demande à l'enfant de s'investir pleinement et lui procure, par le fait même, une expérience multisensorielle (Campbell, Campbell et Dickinson, 2006). Cette expérience semble fournir à l'enfant les stimulations nécessaires à un apprentissage. D'autres auteurs sont du même avis: Gentaz (2009), entre autres, affirme qu'une expérience visuelle et tactile en même temps augmente de beaucoup les chances d'apprentissage. Pailhous (1982), davantage axé sur la danse, préconise également un apprentissage par les sens pour obtenir un apprentissage renforcé. Potvin, Riopel et Masson (2007) apportent une nouvelle dimension aux sens: le concept de la proprioception¹¹. L'enfant actif dans l'espace utilise en premier lieu la proprioception.

¹¹ Sens qui se rapporte à la sensibilité du système nerveux aux informations provenant des muscles, des articulations et des os. (Larousse Médical, 2005)

Cet engagement dans l'espace lui évoque l'idée de jeu facilitant l'accès à l'apprentissage.

Les entrevues et les observations en temps réel ont appuyé, du même coup, plusieurs auteurs du cadre conceptuel qui avancent que les sens procurent une expérience de jeu et de plaisir et permettaient l'apprentissage. Dans l'activité proposée dans cette recherche, les élèves appréciaient l'expérience du toucher avec les autres et de l'utilisation de l'espace avec leur corps. D'après les observations, les élèves n'hésitaient pas à utiliser la parole pour indiquer l'endroit désiré, d'autres déplaçaient leurs camarades en recourant au sens du toucher à l'aide de leurs mains. D'autres encore écoutaient les suggestions proposées avant de prendre leur décision. Parfois, les élèves tentaient, avec leur propre corps, la position désirée, soit pour l'essayer avant de l'exiger ou tout simplement pour la démontrer plus rapidement qu'avec les mots.

5.1.3 L'autonomie

Le jeu a aussi l'avantage de stimuler l'autonomie pour l'enfant. Depuis sa tendre enfance, l'enfant se sent pleinement en contrôle de lui-même lorsqu'il joue et est engagé dans ce qu'il fait. April (2010) précise clairement que l'enfant a comme premier moyen d'accès à la connaissance son environnement et que c'est en étant engagé dans ce dernier qu'il acquiert ses tout premiers apprentissages. Dans la section sur l'apprentissage des garçons à l'intérieur de la problématique, Levy (1985) établit que les garçons développent en premier une partie différente de leur cerveau comparativement aux filles, leur donnant une facilité au niveau spatial. Les garçons seraient plus autonomes dans une tâche spatiale comme une activité corporelle puisque cette région serait plus développée. Laban (décrit par Hodgson et Preston-Dunlop, 1991) apporte l'idée de la confiance dans l'utilisation de son corps en harmonie dans l'espace. Cette confiance permet à l'enfant de ne pas avoir de réticence

par rapport à l'environnement et de s'y consacrer pleinement. Piaget (1970) ajoute qu'un enfant qui agit sur son environnement est un enfant qui se situe lui-même dans sa construction de savoir et permet un apprentissage plus significatif (qui sera explicité dans la troisième partie). Montessori se joint à la pensée de Piaget en écrivant que l'enfant sera davantage en mesure d'intégrer un apprentissage s'il en a le contrôle complet (Lilliard, 2005).

Pendant l'observation de l'activité, les résultats démontrent que les enfants s'amusaient par l'engagement global de leur corps et par le plein contrôle de leurs actions. Ils ne posaient pas de question à l'enseignante. Ils savaient exactement ce qu'ils devaient faire et n'hésitaient pas à sortir du cadre habituel. Les élèves prenaient beaucoup d'initiatives parce qu'ils semblaient très à l'aise dans l'activité proposée. Par exemple, un élève est allé chercher une chaise pour augmenter la hauteur de ses camarades qui représentaient les centaines. Ensuite, il est allé chercher des marionnettes parce qu'il manquait des élèves.

Le jeu, compris dans une activité corporelle en mouvement, permet d'accéder à un apprentissage. Ceci peut devenir possible par le plaisir que l'enfant retire de l'activité lui permettant de réaliser un apprentissage fluide et volontaire. Ensuite, l'enfant, en utilisant tous ses sens, rend le jeu plus complet et stimulant facilitant ainsi un apprentissage multisensoriel qui ancre celui-ci de différentes manières au niveau du cerveau. Finalement, l'autonomie qui se dégage du jeu est essentielle à l'apprentissage complet de l'enfant puisqu'il s'y sent engagé et s'y investit pleinement.

5.2 Action => Attention => Apprentissage

L'apprentissage est un processus dynamique qui s'opère à partir de plusieurs facteurs. Précédemment, il a été question du jeu enclenché par une activité corporelle qui permettait un apprentissage agréable, fluide et contrôlé. De plus, le jeu comporte une

autre dimension que celle du plaisir, soit celle de l'attention aussi indispensable à un apprentissage. L'attention comporte trois facteurs dans ce cas-ci : la concentration, la mémoire et la résistance (endurance).

5.2.1 La concentration

Pour débiter, l'attention est souvent perçue comme synonyme de concentration. La concentration signifierait le fait d'être présent cognitivement dans une tâche. Dans la définition de l'apprentissage proposé par Legendre (2005), présentée dans le cadre conceptuel, voici la définition de concentration proposée :

Acte de perception, d'interaction et d'intégration d'un objet par un sujet.
Acquisition de connaissances et développement d'habiletés, d'attitudes et de valeurs qui s'ajoutent à la structure cognitive d'une personne.
Processus qui permet l'évolution de la synthèse des savoirs, des habiletés, des attitudes et des valeurs d'une personne (p. 88).

Pour percevoir, interagir et intégrer, l'apprenant doit être concentré cognitivement. Pendant une activité corporelle dans l'action telle qu'expérimentée dans ce projet, l'attention est fortement stimulée par l'action en tant que telle et renforce la concentration de l'apprenant pour la durée de l'apprentissage (Shoval, 2011). Montessori partage le même avis en rappelant que la manipulation stimule la concentration (Lilliard, 2005). Reprenant le concept précédemment évoqué dans la section sur les sens, Sprenger (2010) observe que la concentration est soutenue si elle est activée par le sens souhaité de l'enfant.

Dans le contexte de cette étude-ci, l'activité corporelle stimule plusieurs sens et a plus de chances de rejoindre différents types d'apprenants. En terminant, lorsqu'il a été question de l'élève actif dans l'espace dans la section résultats, les enseignantes ont mentionné que les enfants nécessitaient beaucoup de stimulation pour rester concentrés et attentifs à l'âge de huit ans. Une activité corporelle semble satisfaire leur besoin de stimulation. Les résultats de l'expérimentation démontraient également

que les enfants ne perdaient pas le fil de l'activité jusqu'au moment où elle prenait fin, surtout s'ils étaient le chef d'équipe à ce moment-là.

5.2.2 La mémoire

En plus d'être bien concentré dans la tâche, l'élève, pour intégrer un apprentissage suite à une activité corporelle, fait travailler sa mémoire pour intégrer des apprentissages. Branger (2011), discute d'une mémoire dite spatiale, type de mémoire abordé dans le cadre conceptuel. Cette mémoire remettrait en contexte un événement produit dans le passé et accentuerait la force du souvenir. Ce concept peut être transféré à un apprentissage. Si l'apprentissage est intégré par une mémoire spatiale dans une activité corporelle, en plus des autres types de mémoires telles que corporelle et cognitive (Kosslyn, 2003), l'apprentissage devient plus complet. Par exemple, l'enfant qui représente une dizaine se fait échanger contre 10 camarades-unités se souviendra probablement, dans sa mémoire spatiale, de l'instant où il a enlevé son dossard et choisit 10 camarades pour le remplacer puisqu'il se déplaçait dans l'espace. Puis, il se rappellera à l'aide de sa mémoire corporelle les gestes qu'il a posés pour échanger sa dizaine contre des unités. Finalement, l'élève aurait mémorisé dans la mémoire cognitive l'acte cérébral qu'il a effectué pour la tâche. La mémoire corporelle, quant à elle, peut être développée par la stimulation du toucher (Hourst, 2006). Le corps enregistrerait l'information comme une expérience vécue et s'en souviendrait plus facilement. À cet égard, Sousa (2002) formule un lien entre l'action du corps de l'enfant dans l'espace et l'éveil de l'attention et de la mémoire par les signaux envoyés au cervelet. Selon Sprenger (2008), il existe plusieurs types de mémoire sollicités par l'apprenant kinesthésique ou du moins sollicitées lors d'une activité corporelle. La mémoire sémantique est utilisée lors de jeux de rôles, des dessins, des sculptures, de la même manière que les enfants l'ont mobilisée pendant l'activité de ce projet de recherche. Les élèves, en devenant une dizaine, une centaine

ou une unité, prenaient ce rôle tout d'un coup et les positions prenaient un tout autre sens puisqu'incarnées par des humains.

Finalement, la mémoire procédurale est celle utilisée pour se remémorer des habiletés et ses performances motrices qui sont alors en jeu dans l'activité corporelle. L'entrevue d'une enseignante a poursuivi dans le même sens que les auteurs précédemment nommés en affirmant l'importance du modelage pour développer la mémoire corporelle et ainsi de recentrer l'attention et obtenir un apprentissage solide. La première enseignante rappelait à ce chapitre que : « Si on ne le modèle pas, si on ne le vit pas et si on ne le pratique pas par courtes périodes, ça ne sera pas intégré. [...] Le corps a une mémoire physique ».

5.2.3 La résistance

Outre la concentration et la mémoire, l'attention implique un autre concept important: celui de la résistance. Lors des entrevues, une enseignante a évoqué ce concept de résistance, étant inspirée du livre *Les 5 au quotidien* de Boushey et Moser (2008), en le décrivant comme la capacité de l'enfant à poursuivre une tâche en restant concentré. Elle ajoutait qu'un enfant doit être modelé selon la tâche demandée et qu'au fil du temps, la durée de la tâche pouvait augmenter pour développer sa résistance au travail. Ces mêmes auteurs mentionnent que la résistance à la tâche facilitait l'apprentissage puisque l'enfant, après avoir développé petit à petit sa résistance, a plus de facilité à rester concentré sur l'objectif principal de la tâche, et non sur tout ce qui l'entoure: le bruit, l'environnement, les camarades, etc. Concernant le bruit, une section des résultats porte sur la préparation des élèves au bruit dans la classe lors d'une activité corporelle. La résistance comprend aussi cette interaction avec le bruit qu'entretient l'enfant tout au long de l'activité. Sa réceptivité à l'apprentissage est plus ou moins forte selon son interaction avec les interférences de l'environnement. Avec le modelage, l'enfant est davantage en mesure de s'adapter à ce facteur lié à

l'environnement de la classe pouvant perturber l'apprentissage. Lorsque l'enfant réussit à composer avec le facteur bruit, il est d'autant plus en mesure de se concentrer et de construire son apprentissage.

Quant à l'apprentissage chez les garçons, James (2007) écrit que les garçons sont davantage impulsifs et agissent plus rapidement selon leurs réflexes et leurs premières idées que chez les filles qui sont plus réfléchies. Cette différence comportementale diminuerait l'attention chez les garçons qui veulent agir tout de suite. Bref, une activité corporelle semble aider les enfants à rester attentifs plus longtemps et ainsi à accéder à l'apprentissage suggéré. La résistance n'a pu malheureusement être observée concrètement pendant l'activité puisqu'elle résulte d'un travail sur une longue période de temps et ce n'est pas ce qui était prévu dans le cadre de ce projet de recherche. Par contre, les entrevues soulignaient l'importance de cet entraînement à la résistance des élèves dans les activités en mouvement.

L'attention reste une dimension importante de l'apprentissage et semble être facilitée par une activité corporelle, alors que l'action permettrait de stimuler la concentration chez l'enfant, de solliciter la mémoire sous plusieurs formes et finalement de développer la résistance en facilitant ainsi l'apprentissage.

5.3 Action => Construction => Apprentissage

Tout au long d'une activité corporelle, plusieurs éléments se mettent en branle, comme mentionné précédemment, tels que le plaisir, l'autonomie, la mémoire, la concentration, la sensorialité, etc. Étant donné l'objet d'étude portant sur l'apprentissage d'un concept précis en mathématique, il convient de discuter de la construction des connaissances à travers cette activité corporelle dans une perspective d'intégration des apprentissages mathématiques. Ainsi, la dernière équation se lit comme suit: Action => Construction => Apprentissage. Sous ce grand thème se

retrouve la signifiante de l'activité chez l'enfant, sa concrétude ainsi que les différentes stratégies d'enseignement pour faciliter la construction des connaissances chez l'élève.

5.3.1 La signifiante

Un individu a besoin d'accorder du sens à ce qu'il fait, sinon il peut ne pas faire la tâche ou la faire de manière incorrecte. La signifiante prend son importance dans un apprentissage pour s'assurer que le cerveau le construise au complet, mais aussi adéquatement. Dewey (2004, p. 53) écrit : « L'enseignant doit être capable de voir à quel usage immédiat ou proche doivent être appliqués les intérêts de l'enfant pour qu'il puisse toujours suivre la voie tracée, avancer dans la bonne direction ». Dans le cadre de cette activité corporelle, l'action a permis de concrétiser la signifiante accordée aux activités mathématiques intégrées à l'expérimentation.

Tel qu'observé pendant la séance en grand groupe, l'enfant qui a accompli la tâche de soustraction manifeste le besoin de comprendre où enlever le nombre demandé (unité, dizaine, centaine), combien en enlever (1 dizaine, deux unités ou 12 unités) et surtout pourquoi opérer la soustraction de nombres pour réussir la tâche. Twomey, Fosnot et Dolk (2010) ainsi que Bernadz et Janvier (1984b) font un parallèle entre l'apprentissage de la valeur de position et l'évolution de l'humanité quant au sens des nombres. Pour accéder à l'étape suivante, l'humain, dans son évolution, a dû ressentir le besoin de passer à l'étape suivante. Il y percevait le sens et l'utilité du changement. Ces constats s'appliquent aussi aux élèves. Lorsqu'ils y perçoivent le sens et l'utilité de ce qu'ils font, ils assimilent plus rapidement. C'est ce qui ressortait dans la problématique également en ce qui concerne l'apprentissage des mathématiques. Souvent, les enfants n'y voient pas de sens, alors ils abandonnent ou apprennent partiellement les concepts. D'où l'importance pour les enseignants de donner du sens à l'apprentissage en cours. Lors d'une addition avec retenue, les élèves ont ressenti la

nécessité et le sens de transformer 10 unités en dizaine, sinon ils ne parvenaient pas à écrire le nombre correctement en chiffre par la suite et se rendaient compte de leur erreur. Ainsi, une activité par le corps permet à l'enfant de visualiser la signification de ce qu'il fait sur papier habituellement. La signification pourrait être davantage approfondie, mais elle ne constitue pas le cœur de la recherche.

5.3.2 La concrétude

La concrétude des apprentissages est l'élément que les enseignants ont fait le plus ressortir lors des entrevues. L'une d'entre elles semblait mettre beaucoup l'accent sur le fait que l'activité était concrète et que c'est grâce à cela que les enfants avaient de la facilité à effectuer la tâche. Il s'avère donc intéressant d'en discuter ici. En parcourant à nouveau le cadre conceptuel, plusieurs auteurs sont du même avis que l'enseignante en question. Déjà en 1950, Montessori, chercheuse en éducation, avait créé un matériel de manipulation pour chaque apprentissage. Elle était certaine qu'un apprentissage concret devenait un apprentissage plus significatif (Lillard, 2005). Comme mentionné précédemment, le sens est très important pour la construction d'un apprentissage. Piaget (1970) reprend ce concept de concrétude avec les stades de connaissance. Il présente le développement de l'enfant selon des niveaux qu'il doit franchir l'un après l'autre. Le premier, appelé sensori-moteur, représente l'enfant qui apprend dans son environnement sans en être conscient. Par la concrétude, il construit ses connaissances. Ensuite, il passe par plusieurs stades jusqu'à celui des opérations concrètes (7-8 ans) qui nous intéresse dans le contexte de cette recherche. À ce stade, l'enfant organise ses schèmes de pensée selon des aspects concrets dans son environnement. Ensuite, vers 9-10 ans, vient le deuxième niveau des opérations concrètes pour ensuite se diriger, à un âge plus avancé, aux opérations abstraites. Il importe de s'assurer que l'enfant a franchi les niveaux inférieurs avant de l'amener aux opérations abstraites, d'où, encore une fois, la pertinence de l'activité corporelle à cet âge. DeBlois (2001) poursuit en reprenant l'idée de Piaget avec ses paliers de

compréhension de la valeur de position, concept mathématique choisi dans le cadre de cette recherche. Elle nomme le premier palier logico-physique pour ensuite passer au palier logico-mathématique. Ainsi, l'apprentissage doit passer par l'engagement corporel (physique) avec du matériel avant de devenir de l'engagement purement cognitif (mathématique) et du même coup plus abstrait.

Il a été possible au cours des séances d'observer cet aspect concret de l'activité corporelle. Les enfants faisaient face à plusieurs conflits cognitifs parce qu'ils voyaient que quelque chose clochait devant leurs yeux. Par exemple, pendant l'activité, un élève voulait effectuer une addition avec retenue ($331 + 70$). Il a commencé par ajouter chacune des dizaines aux trois déjà présentes. Il s'est retrouvé avec 10 dizaines dans la même colonne. Lorsqu'est venu le temps d'écrire le nombre en chiffre au tableau, il voyait bien qu'il ne pouvait pas écrire 3101. Par la concrétude de l'activité devant ses yeux, l'élève a réalisé qu'il devait transformer ses 10 dizaines en 1 centaine et qu'ainsi le résultat 401 aurait du sens pour l'équation demandée. Bref, l'avantage d'une activité concrète pour l'apprentissage des mathématiques et, du même coup, de la valeur de position est de faciliter grandement l'apprentissage.

5.3.3 Les stratégies d'enseignement

Pour permettre à l'enfant de trouver du sens à l'apprentissage qu'il effectue et de travailler dans le concret dans sa classe, l'enseignant y joue, bien évidemment, un rôle important. Au travers de différentes stratégies d'enseignement, il a pour objectif de proposer à l'enfant plusieurs activités afin qu'il assimile des savoirs et réalise des apprentissages variés sur le plan disciplinaire. Dans le cadre de ce projet, les enseignants ont reçu un protocole préétabli de l'activité en question et ils devaient le suivre du point A au point B. Certains enseignants ont apporté leur touche personnelle, mais le protocole a été respecté, dans son ensemble, pour toutes les classes. Mais dans la réalité, toutes les classes sont différentes par les enfants qui les

composent, mais également par les enseignants qui choisissent les activités. Sprenger (2008) met en avant-plan les différents styles d'apprenants et tient à ce que les enseignants adaptent leurs méthodes aux styles. Par exemple, les élèves kinesthésiques ont besoin de bouger, alors que les élèves visuels ont besoin de voir, etc. En se concentrant davantage sur le concept étudié ici, la valeur de position, deux auteurs majeurs suggèrent différentes pistes à l'enseignant pour faciliter la construction des connaissances chez l'élève. DeBlois (2011) suggère aux enseignants de donner beaucoup d'occasions aux élèves de manipuler des groupements de différents ordres et de leur faire dénombrer de multiples quantités comme vécu dans l'activité de ce projet de recherche.

Dans l'expérimentation, les élèves ayant les quantités en personne devaient les manipuler et trouver les réponses aux questions. Van de Wall (2007) ajoute l'importance de relier les problèmes mathématiques à des événements de la vie courante pour donner un sens à l'apprentissage. En entrevue, les enseignantes disaient utiliser plusieurs méthodes différentes, dont les ateliers et la manipulation de matériel diversifié, pour aider les enfants avec le concept de la valeur de position. Concernant le concept de l'élève actif dans son apprentissage, tel que recommandé par le Programme de formation de l'école québécoise dans le cadre d'une approche constructiviste, cette approche accorde de l'importance à l'enseignement dans une visée de guide de l'enfant pour l'aider à construire sa connaissance, en le mettant dans des contextes d'apprentissage signifiants et concrets. C'est dans cette optique que l'activité de ce projet de recherche a été créée.

Pour conclure, l'enfant qui est actif dans son environnement accèdera à des apprentissages par différents moyens tels qu'évoqués précédemment. Par le jeu, l'enfant ressentira du plaisir, stimulera tous ses sens et se sentira pleinement en contrôle de son corps et du même coup de son apprentissage. Ensuite, il a été

question de l'attention qui serait plus stimulée pendant un apprentissage corporel, et ce, grâce à la concentration accrue, l'activation de la mémoire et la résistance développée. Puis, l'apprentissage passerait aussi par la construction des connaissances. Pour ce faire, l'élève a besoin de sens à la tâche qu'il effectue. L'apprentissage est facilité si l'objet est concret et si les stratégies d'enseignement sont instaurées dans l'optique de la construction de connaissances.

5.4 Les limites de l'étude

Pour conserver un esprit critique à l'égard des résultats et de l'analyse de cette étude exploratoire, les limites sont exposées et justifiées. Comme première limite évidente, il s'agit de l'appropriation que les enseignants ont faite des activités mathématiques. Les enfants sont sujets à une variabilité de l'enseignement de l'activité kinesthésique du concept mathématique. Malgré le procédurier très clair et précis, démarche explicitement détaillée remise à l'enseignant pour qu'il soit en mesure de faire l'activité le plus fidèlement possible, l'enseignement reste un acte basé sur les relations humaines et plusieurs facteurs peuvent modifier la réception des enfants dans un apprentissage ciblé. Une autre limite de cette recherche porte sur la difficulté d'attribuer l'apprentissage de l'élève après l'expérimentation exclusivement à l'approche d'apprentissage par le mouvement. Un apprentissage peut se produire à n'importe quel moment et de n'importe quelle façon, donc il est difficile d'isoler totalement ce qui permet l'apprentissage en question, le mouvement ou autre chose. C'est l'une des raisons pour lesquelles nous avons choisi de faire passer uniquement un questionnaire de vérification après l'activité et aucun questionnaire avant l'activité. La gestion d'une classe peut également jouer son rôle sur la fiabilité de l'expérimentation; une classe turbulente par exemple, peut avoir un impact sur la qualité de l'apprentissage. Par rapport aux outils de collecte de données, il est certain que l'observation reste un acte subjectif, même basé sur des faits et peut modifier les résultats. Toutefois, les outils ont permis d'obtenir des résultats étoffés quant aux

objectifs spécifiques comme l'état de connaissances actuelles des élèves ou les méthodes d'enseignement. Les observations ont également permis de rendre compte d'un travail cognitif de la part des élèves en vue d'un apprentissage. Quant au caractère actif de l'activité en grand groupe, la limite se situe au niveau du temps de classe. Pour être optimal, l'activité aurait dû être vécue par tous les enfants, mais la concentration n'aurait pu être présente. De plus, plusieurs outils sont consacrés à l'étude du mouvement chez l'élève et d'autres sont consacrés à l'état des connaissances sur la valeur de position. Peu d'outil, toutefois, sont utilisés pour mettre en lien direct l'apprentissage et le mouvement. Seul l'observation peut y apporter une lumière.

CONCLUSION

En guise de conclusion, il m'importe de rappeler l'objectif premier de cette recherche qui était d'observer comment une approche par le mouvement pouvait faciliter l'apprentissage de la valeur de position chez les élèves du deuxième cycle du primaire. Quotidiennement, cet objectif m'est apparu suite à des réflexions personnelles sur l'apport du Programme de formation de l'école québécoise dans les classes, sur l'apprentissage chez les garçons qui semble différent et sur la discipline des mathématiques que les enfants trouvent ardue. Plusieurs écrits existent sur l'apport important du mouvement et du corps dans l'apprentissage et plusieurs autres établissent les bases de la compréhension de la valeur de position. Par contre, je n'ai pu trouver d'écrits portant sur les liens entre les deux concepts, ce qui m'intéressait énormément. Pour approfondir ces liens, des concepts sous-jacents ont été pris en compte tels que l'intelligence kinesthésique, l'assimilation de connaissances, la valeur de position et le corps et le mouvement. Afin d'observer s'il existe véritablement un lien entre corps et apprentissage de la valeur de position, j'ai observé l'expérimentation d'une activité corporelle dans trois classes de 3^e année du primaire et j'ai observé une activité corporelle que j'avais créée sur la valeur de position. Ensuite, j'ai questionné les enseignantes sur leurs impressions, leurs méthodes d'enseignement, leurs expériences, etc. Toutes ces données qualitatives m'ont permis de dresser un portrait des méthodes utilisées en classe et des avantages d'une approche corporelle. Les avantages se traduisent comme suit: le plaisir, une stimulation des sens, une autonomie, un déplacement dans l'espace, une démarche concrète, une relation différente entre les élèves et avec l'enseignant.

En outre, la question de départ qui se lisait comme suit : comment une approche kinesthésique influence-t-elle l'intégration des connaissances en arithmétique chez les élèves du deuxième cycle du primaire? L'hypothèse proposait qu'il existe une influence positive entre une approche kinesthésique et l'intégration de connaissances sur la valeur de position. La conclusion à laquelle je suis arrivée est qu'il existe bel et bien un apport pertinent de l'utilisation du corps dans l'apprentissage de la valeur de position pour renforcer le plaisir par le jeu, l'attention dans la tâche ainsi que la construction des connaissances sur la valeur de position. Suite au questionnaire effectué, des sous-conclusions surprenantes sont également apparues telles que l'utilisation peut-être trop restrictive du matériel multibase qui n'est pas remis en question dans les écoles, la préparation au bruit qui est fondamentale pour les élèves et l'importance du questionnaire pour résoudre les conflits cognitifs.

Quant aux objectifs de la recherche, il a été possible d'observer comment le mouvement influençait l'apprentissage à la lumière des réponses verbales et non verbales que les enfants proposaient. À travers le cadre conceptuel et les différents auteurs, les connaissances relatives à la valeur de position ont pu être identifiées. L'expérimentation en tant que telle a répondu au troisième objectif qui visait à expérimenter une approche kinesthésique pour faire apprendre un concept mathématique. Finalement, au travers des entrevues avec les enseignantes, il a été possible de relever leurs perceptions sur une approche kinesthésique pour l'enseignement des mathématiques.

En terminant, je recommande aux enseignants de varier leurs méthodes d'enseignement autant qu'ils le peuvent pour faciliter l'apprentissage chez tous les élèves peu importe leur style d'apprentissage. Les enseignants gagnent à se questionner tous les jours sur leurs pratiques et sur les réactions de leurs élèves, ce qui fut le cas dans cette recherche. À titre de perspective de recherche, comme celle-

ci porte exclusivement sur la valeur de position dans une activité corporelle, il serait intéressant de prolonger cette expérimentation vers un autre concept mathématique (géométrie ou mesure), vers une autre discipline (français, univers social, science, etc.), vers un autre groupe d'âge (premier cycle, troisième cycle ou préscolaire) ou même un autre contexte scolaire (favorisé, international, à vocation particulière, allophone). Il s'avérerait également intéressant de développer des formations pour les enseignants sur l'approche kinesthésique. Pour conclure, je souhaite de tout cœur qu'un recueil d'activités par le mouvement soit un jour créé, peut-être ultérieurement par moi-même.

APPENDICE A

CALENDRIER DE L'EXPÉRIMENTATION

Date	Évènement
Lundi 12 novembre 2012	<ul style="list-style-type: none"> • Rencontre des enseignants pour leur expliquer le déroulement en général de l'expérimentation (remise du projet) • Remise de la lettre de consentement (pour les enseignants) aux enseignants
Mercredi 14 novembre 2012	<ul style="list-style-type: none"> • Récolte de la lettre de consentement (pour les enseignants) signée • Remise des lettres de consentement (aux parents d'élèves) aux enseignants pour les remettre aux élèves • Rencontre des élèves pour leur expliquer l'objectif de la recherche
Lundi 19 novembre 2012	<ul style="list-style-type: none"> • Récolte de la lettre de consentement (aux parents d'élèves) signé • Rencontre des enseignants pour leur expliquer le déroulement spécifique de l'activité
Lundi 26 novembre 2012	<ul style="list-style-type: none"> • Séance 1 de l'activité --} 45 minutes (période 1) • Questionnaires --} 30 minutes (période 2)
Jeudi 29 novembre 2012	<ul style="list-style-type: none"> • Séance 2 de l'activité --} 45 minutes (période 1) • Entrevues --} 1 x 1h30 minutes (après l'école) • Questionnaire de vérification --} 30 minutes (période 2) • Remerciements!

APPENDICE B

LETTRE DE CONSENTEMENT (enseignants)

Projet de recherche sur l'apprentissage de la valeur de position en mathématique par une approche kinesthésique chez les élèves du 2e cycle du primaire.

(Nom de l'enseignant ou de l'enseignante demandé(e)),

Dans le cadre de mon projet de maîtrise en éducation à l'UQAM, j'ai besoin de votre aide pour mener à bien mon projet. Cette recherche se déroule dans trois classes de 3e année de la Commission Scolaire de Montréal.

But du projet

Ce projet vise à observer si l'apprentissage par une approche kinesthésique (par le corps et le mouvement) peut faciliter l'assimilation des connaissances entourant le concept de la valeur de position en mathématiques pour des élèves de 3e année.

Procédure

1) Vous animerez une activité d'apprentissage par le mouvement

Vous recevrez un procédurier détaillé d'une activité à animer avec vos élèves que je vous expliquerai en profondeur. Cette activité se déroulera sur deux séances de 60 minutes. Je serai présente dans la classe pour observer vos élèves pendant l'activité.

2) Vous aurez une entrevue avec moi sur l'ensemble de l'activité

Je vous poserai des questions diverses sur l'activité que vous aurez vécue et sur votre perception de l'approche kinesthésique en classe. L'entrevue sera d'environ 90 minutes. L'entrevue sera enregistrée sur une bande sonore.

Avantages et risques

En participant à cette recherche, vous contribuez à l'avancement des connaissances en didactique et vous avez en main une nouvelle activité à utiliser avec vos élèves. De plus, vous obtiendrez un portrait kinesthésique des élèves de votre classe. Participer à ce projet ne comporte pas de risque d'inconfort. Toutefois, vous êtes libres d'arrêter à tout moment, sans préjudice quelconque.

L'entrevue sera transcrite par moi, sans indiquer votre nom et l'enregistrement sera détruit dès qu'il aura été transcrit. Mes résultats présenteront le résumé de ce qu'ont dit les enseignants. Il se peut que je conserve telles quelles des phrases pour les présenter comme exemples. Même dans ce cas, aucune indication ne sera donnée sur son identité. L'UQAM et la Commission Scolaire de Montréal ont donné leur autorisation éthique pour ce projet.

Contacts

Vous pouvez contacter en tout temps la directrice du projet, Madame Diane Leduc au 514-987-3000 poste 5667 ou la co-directrice, Madame Caroline Raymond au 514-987-3000 poste 2071. Pour des questions d'ordre général, contactez Monsieur Gilles Raïche, directeur au département de la maîtrise en éducation au 514-987-3000 poste 1712.

Votre nom et prénom : _____

Le nom de votre école : _____

Votre adresse postale : _____

Numéro de téléphone à la maison : _____ au travail : _____


J'autorise Stéphanie Beaulieu-Pinard en tant qu'étudiante de l'UQAM :

- 1- À observer mes élèves en animant une activité fournie par la chercheuse;
- 2- À ce que la chercheuse ait une entrevue avec moi;

J'ai pris connaissance des modalités de cette participation en lisant ce document. Je donne donc mon autorisation en fonction des indications qui m'ont été fournies dans ce document.

En foi de quoi, je signe : _____

Date : _____

Merci de votre collaboration! 

Stéphanie Beaulieu-Pinard - 514-433-6519 - sbeaulieu87@hotmail.com

Étudiante à la maîtrise – profil recherche

Université du Québec à Montréal (Faculté d'éducation)

APPENDICE C

LETTRE DE CONSENTEMENT (parents d'élèves)

Projet de recherche sur l'apprentissage de la valeur de position en mathématique par une approche kinesthésique chez les élèves du 2^e cycle du primaire.

Madame, Monsieur,

Dans le cadre de mon projet de maîtrise en éducation à l'UQAM, j'ai besoin de l'aide de votre enfant pour mener à bien mon projet. Cette recherche se déroule dans trois classes de 3^e année de la Commission Scolaire de Montréal.

But du projet

Ce projet vise à observer si l'apprentissage par une approche kinesthésique (par le corps et le mouvement) peut faciliter l'assimilation des connaissances entourant le concept de la valeur de position en mathématiques pour des élèves de 3^e année.

Procédure

1) Votre enfant participera à deux séances d'activité par le mouvement

J'observerai la participation de votre enfant pendant que son enseignante animera une activité par le mouvement en deux séances (2 heures).

2) Votre enfant répondra à un questionnaire de réaction

L'élève recevra un questionnaire (environ 30 minutes) pour récolter des informations sur ce qu'il a vécu pendant l'activité.

3) Votre enfant répondra à un questionnaire de compréhension

L'élève recevra un questionnaire (environ 30 minutes) pour observer sa compréhension de la valeur de position par écrit.

Confidentialité, avantages et risques

Le nom de l'enfant sera indiqué dans le rapport d'observation et sur les deux questionnaires, mais uniquement à des fins de corroboration. Dès l'analyse terminée, les questionnaires seront détruits et il ne sera pas possible d'identifier un enfant. Les avantages de participer à un tel projet sont que votre enfant expérimentera de nouvelles approches, bougera en classe et fera de la coopération. L'enseignante de votre enfant a accepté de participer. Participer à ce projet ne comporte pas de risque d'inconfort. Toutefois, vous et

vous enfant êtes libres d'arrêter à tout moment, sans préjudice quelconque. L'UQAM et la 113 Commission Scolaire de Montréal ont donné leur autorisation éthique pour ce projet.

Contacts

Vous pouvez contacter en tout temps la directrice du projet, Madame Diane Leduc au 514-987-3000 poste 5667 ou la co-directrice, Madame Caroline Raymond au 514-987-3000 poste 2071. Pour des questions d'ordre général, contactez Monsieur Gilles Raïche, directeur au département de la maîtrise en éducation au 514-987-3000 poste 1712.

Pour autoriser votre enfant, veuillez lire et signer le formulaire « Autorisation pour mon enfant ». N'hésitez pas à communiquer avec moi si vous avez quelque question que ce soit.

AUTORISATION POUR MON ENFANT

Le nom de mon enfant : _____
Le nom de son école : _____
Nom du parent : _____
Numéro de téléphone du parent à la maison : _____

J'autorise Stéphanie Beaulieu-Pinard en tant qu'étudiante de l'UQAM :

- 1- À ce que la participation de mon enfant soit observée et filmée (2 x 1 heure)
- 2- À ce que mon enfant remplisse deux questionnaires (2 x 30 minutes)

J'ai pris connaissance des modalités de cette participation en lisant ce document. Je donne donc mon autorisation en fonction des indications qui m'ont été fournies dans ce document.

En foi de quoi, je signe : _____

Date : _____

Merci de votre collaboration! 

Stéphanie Beaulieu-Pinard - 514-433-6519 - sbeaulieu87@hotmail.com
Étudiante à la maîtrise – profil recherche
Université du Québec à Montréal (Faculté d'éducation)

APPENDICE D

LETTRE D'INFORMATION AUX ÉLÈVES PARTICIPANTS



BONJOUR!¹²

Un grand merci pour avoir accepté de nous aider. Cette recherche permettra de savoir comment tu te débrouilles avec la valeur de position dans les nombres. Avec ton enseignant, chacun de vous participera à deux activités avec le mouvement. Tout de suite après la première activité, tu répondras à un court questionnaire sur comment tu t'y es pris pour réaliser ton défi. Après la deuxième activité, tu répondras à un test pour voir si tu as compris cette notion.

- *Tu dois écrire ton nom sur les deux questionnaires. Ainsi, je pourrai comparer tes réponses. Tes réponses resteront secrètes. Et nous ne dirons pas tes réponses à personne d'autre.*
- *Tu peux décider de ne pas répondre à une question. Nous comprendrons. Cela ne te causerait pas de tort. Mais il serait important que tu acceptes de répondre à toutes les questions, sans en sauter une.*
- *Si tu n'es pas sûr de comprendre la question, demande à ton enseignant.*

Merci beaucoup!

¹² Inspiré de Gaudreau, L. (1991). Des jeunes et le sida : rapport de recherche. Montréal : Centre de recherches en éducation L.G. inc.

APPENDICE E

Séance 1

1. Lorsque tous les enfants sont calmes et prêts à écouter, expliquer le fonctionnement de l'activité en montrant les deux tableaux créés au sol avec du ruban adhésif de couleur avec les colonnes appropriées (gauche: centaine, milieu: dizaine et droite: unité)

C	D	U
---	---	---

2. Piger les noms des élèves au hasard et écrivez-les en ordre de pige sous deux équipes au tableau.
3. Distribuer des piles de dossards à chacune des équipes (bleu: centaine, rouge: dizaine et vert: unité) et mentionner leur signification. (sur chacun des dossards, il y aura la représentation de la valeur, par exemple, sur le dossard rouge, il y a un dessin avec 10 bonshommes)
4. Selon l'ordre préétabli, à tour de rôle, chacun des élèves viendra piger dans le pot de son équipe un petit papier sur lequel sera inscrit un nombre de trois chiffres que la chercheuse aura inscrit au préalable (la somme des chiffres du nombre ne doit pas excéder 9).
5. L'élève à qui est le tour distribue aux autres élèves de son équipe les dossards nécessaires pour bien représenter son nombre. Ensuite, il les place dans le tableau avec des positions corporelles signifiant leur valeur.
6. L'élève prend une photo de sa représentation à l'aide du iPod.
7. C'est le tour du deuxième élève de faire l'activité et ainsi de suite.
8. Lorsque tous les enfants sont passés, distribuer le questionnaire et revenir sur l'activité en grand groupe par la suite.

ÉQUIPE 1	214	331	511	114	121	340	502	230	600	132	402
ÉQUIPE 2	340	230	214	502	132	331	600	114	402	511	121

9. *Lorsque tous les enfants sont calmes et prêts à écouter, expliquer le fonctionnement de l'activité en grand groupe en montrant de nouveau le tableau créé avec du ruban adhésif de couleur (il n'y en aura qu'un seul pour cette séance).*
10. *Piger le nom d'un élève dans un pot de noms et lui demander de venir devant la classe.*
11. *Lui faire piger un nombre parmi les nombres de la première séance. Lui demander de représenter ce nombre avec les enfants dans la classe dans le tableau de nombres.*
12. *Piger le nom d'un élève dans le pot de noms et lui demander de venir devant la classe.*
13. *Lui faire piger un autre nombre et il devra effectuer une addition avec le nombre précédent et le nouveau en déplaçant les élèves déjà debout et en ajoutant ceux de la classe.*
14. *Piger le nom d'un élève dans le pot de noms et lui demander de venir devant la classe.*
15. *Lui faire piger un nombre et il devra effectuer une soustraction avec le nombre précédent et le nouveau en déplaçant et en enlevant des élèves déjà debout.*
16. *Recommencer au début et refaire quelques fois.*

N.B: Si aucun emprunt ou aucune retenue n'a été effectuée, l'enseignante doit prendre des nombres en conséquence pour travailler ces cas particuliers.

Expliciter ce qui se passe en mentionnant aux élèves que lorsqu'il y a 10 unités, il doit y avoir un transfert de ces 10 unités en une dizaine (Les 10 élèves ayant un dossard vert (unité) doivent aller s'asseoir et un élève ayant un dossard rouge (dizaine) doit aller se ranger dans la colonne des dizaines).

APPENDICE F

GRILLE D'AIDE POUR L'OBSERVATION DIRECTE

120

TYPES DE KINESTHESQUES ÉLÈVES	a) celui qui aime manipuler, toucher			b) celui qui a besoin de tout son corps pour exprimer une idée		c) celui qui aime griffonner ses idées	
1)							
2)							
3)							
4)							
5)							
6)							
7)							
8)							
9)							

APPENDICE G

QUESTIONNAIRE AUX ÉLÈVES

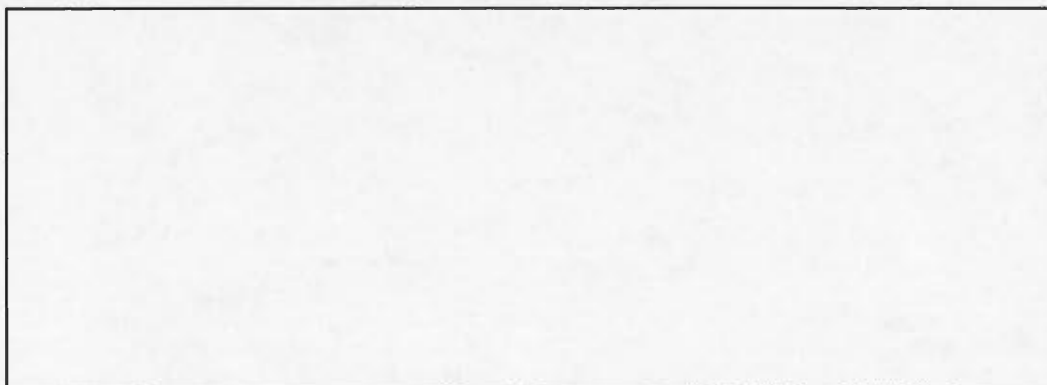
122

1. Comment as-tu placé, manipulé, touché les amis pour qu'ils soient correctement placés?

2. Comment as-tu fait pour représenter le nombre?

3. Comment tes amis ont-ils fait pour représenter leur nombre?

4. Peux-tu dessiner à quoi ressemblerait l'ensemble de ton nombre?



APPENDICE H

COCHEZ LORSQUE CE QUI EST INDIQUÉ EST LU ET FAIT.

- ☐ Accueillir chaleureusement le répondant.
- ☐ Expliquer au répondant tous les éléments suivants :
 - ☐ Le but de l'entretien en soulignant clairement qu'il ne s'agit pas d'évaluer le répondant;
 - ☐ Le déroulement de l'entrevue en disant que :
 - ☐ Vous poserez des questions;
 - ☐ L'entrevue dure environ 90 minutes;
 - ☐ Vous enregistrez pour que l'entrevue soit transcrite;
 - ☐ Vous respectez la déontologie;
 - ☐ Anonymat;
 - ☐ Confidentialité;
 - ☐ Droit de ne pas répondre et de cesser l'entrevue en tout temps et sans préjudice.
- ☐ Demander au répondant l'autorisation que des extraits de ce qu'il dira puissent servir d'exemples pour présenter les résultats sans indication sur son identité personnelle.
- ☐ Demander au répondant s'il a des questions et y répondre.
- ☐ Sur la bande sonore :
 - ☐ Inscrire le numéro de code du répondant et la date;
 - ☐ Inscrire sur la bande sonore si le consentement a été donné par le répondant pour prendre certaines citations en guise d'exemples lorsque les résultats seront présentés.
- ☐ Vérifier le bon fonctionnement de l'enregistrement.
- ☐ Demander au répondant s'il est prêt pour la suite; si oui, commencer à enregistrer.
- ☐ Pendant l'entrevue, si une réponse ne vous paraît pas claire ou complète, faire une reformulation de l'idée exprimée par la réponse, demander un exemple, des explications.
- ☐ À la fin de chaque réponse, demander sous différentes formes au répondant s'il a fait le tour du sujet, s'il a autre chose qu'il veut ajouter, s'il pense à quelque chose d'autre, etc. pour vous assurer qu'il a pu exprimer tout ce qu'il voulait, et vérifier régulièrement s'il consent à poursuivre.

¹³ Inspiré de Gaudreau, L. (2001). *À la recherche des indicateurs pour la formation continue*. Recherche et évaluation en partenariat. Montréal : UQAM. Saint-Eustache (Québec) : Commission scolaire de la Seigneurie-des-Milles-Iles, Centre de formation continue des Patriotes.

APPENDICE I

INFORMATIONS SOCIODÉMOGRAPHIQUES

1. Quel est votre âge?
2. Depuis combien d'années enseignez-vous?

AVANT

Approche kinesthésique

3. Comment définiriez-vous l'approche kinesthésique?
4. Comment intégrez-vous le mouvement dans la classe?

Apprentissage

5. Quel style d'apprenants avez-vous dans la classe? Que faites-vous pour répondre à ces différents besoins?

Mathématiques

6. Comment travaillez-vous les mathématiques ou la valeur de position dans la classe?

PENDANT

Approche kinesthésique + Apprentissage

7. Qu'avez-vous observé chez vos élèves quant à leurs apprentissages en mouvement pendant l'activité?

Apprentissage

8. Quelle est l'utilité de l'apprentissage kinesthésique selon vous?

¹⁴ Inspiré de Paillé, P. (1991). *Procédures systématiques pour l'élaboration d'un guide d'entrevue semi-directive: un modèle et une illustration*. Communication présentée au congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences, Sherbrooke, Québec.

APRÈS

✚ Motivation des élèves + Mathématiques

9. Croyez-vous qu'une telle activité agit sur la motivation des élèves quant à un contenu moins concret comme les mathématiques? Si oui, comment?

✚ Approche kinesthésique

10. Voyez-vous un intérêt pour l'approche kinesthésique en mathématique? Si oui, lequel? Si non, pourquoi?

✚ Perspectives futures

11. Pensez-vous qu'un recueil d'activité par le mouvement en mathématiques pourrait être un élément favorablement accueilli par la communauté enseignante?
12. Nous avons terminé. Avez-vous des choses à ajouter?

Questions secondaires (si le temps le permet)

- Quelle est votre propre expérience avec le mouvement? Avez-vous déjà fait de la danse, du yoga, du sport, etc.?
-
- Quelle discipline est la plus facile à travailler avec la manipulation selon vous? Pourquoi?
 - Utilisez-vous du matériel didactique et si oui, pour quelles notions?
-
- Quelle est votre appréciation de cette activité par le mouvement?
 - Comment les enfants ont-ils réagi face à une telle activité? Comment l'expliquez-vous?
-
- ~~Croyez-vous possible et intéressant de faire des activités par le mouvement en~~ mathématique? Pourquoi?
 - Pensez-vous que les activités corporelles soient utiles à tous les enfants pour apprendre les mathématiques? Sinon, à qui est-ce le plus utile et à qui l'est-ce le moins?

APPENDICE J

TÂCHES ET MODÈLES DE QUESTIONS POUR L'ÉLABORATION 129

DU QUESTIONNAIRE DE VÉRIFICATION ¹⁵

Tâche 1: Compare et ordonne des nombres

PALIER LOGICO-PHYSIQUE	PALIER LOGICO-MATHÉMATIQUE	
Composante abstraite	Composante abstraite	Composante formelle
établit des relations d'équivalences entre des quantités organisées différemment	établit des relations d'inclusions	ordonne des nombres, lit des nombres

1. Est-ce qu'un nombre est plus grand quand il a 10 dizaines ou 10 centaines?
2. Si ton nombre avait 10 dizaines de mille, serait-il plus grand, plus petit ou égal à celui qui a 10 centaines?

Tâche 2: Décompose un nombre

PALIER LOGICO-PHYSIQUE	PALIER LOGICO-MATHÉMATIQUE	
Composante abstraite	Composante abstraite	Composante formelle
Reconnait l'invariance d'une quantité Reconnait la relation d'équivalence	Établit des relations d'inclusion	Décompose et recompose les nombres

3. Combien as-tu d'unités en tout dans le nombre 513?
4. Combien as-tu de centaines en tout dans le nombre 513?
5. Si tu échanges 3 centaines contre des dizaines, combien de dizaines auras-tu?
6. Encerle le nombre qui a 24 dizaines. 324 248 2435 1924

¹⁵ Les paliers ont été repris tels quels et les questions fortement inspirées en fonction de la question de la présente recherche de DeBlois, L. (2001). *4 dizaines et 10 unités font 410, pourquoi?*. Québec: Éditions Bande Didactique.

Tâche 3: Attribue une valeur relative aux chiffres d'un nombre

130

PALIER LOGICO-PHYSIQUE	PALIER LOGICO-MATHÉMATIQUE	
Composante abstraite	Composante abstraite	Composante formelle
Reconnait la régularité de la base 10	Conserve les unités de mesure de quantité Reconnait le nombre de dizaines et de centaines dans un nombre	Attribue une valeur relative aux chiffres d'un nombre

7. Quel autre nom donne-t-on à 30?

8. À quelle position retrouves-tu des dizaines dans le nombre 6420?

Tâche 4: Construis des unités de mesure de quantité

PALIER LOGICO-PHYSIQUE	PALIER LOGICO-MATHÉMATIQUE	
Composante abstraite	Composante abstraite	Composante formelle
Reconnait la régularité de la base 10	Conserve les unités de mesure de quantité Reconnait le nombre de dizaines et de centaines dans un nombre	Attribue une valeur relative aux chiffres d'un nombre

9. Combien y a-t-il de dizaines dans une centaine?

10. Est-ce que toutes les centaines ont le même nombre de dizaines?

11. Pourquoi n'écrit-on pas tous les chiffres dans le nombre soixante-quatorze (6014)?

Tâche 5: Arrondis un nombre

PALIER LOGICO-PHYSIQUE	PALIER LOGICO-MATHÉMATIQUE	
Composante abstraite	Composante abstraite	Composante formelle
	Reconnait la quantité négligeable par rapport au tout	Utilise l'approximation des nombres

12. Quel groupe représente les 10\$?
13. Quel groupe représente les 1000\$?
14. À quelles positions est-il possible d'arrondir? unité dizaine centaine
15. Je te donne des billets de 10\$, de 100\$ et de 1000\$. Si tu voulais arrondir le nombre 5064 à la dizaine, combien me donnerais-tu?
16. Si tu me donnais que des 1000\$, à quelle position aurais-tu arrondi le nombre?
17. Comment sais-tu que 5060 est plus près de 5064 que 5070?

Tâche 6: Opère sur les nombres

PALIER LOGICO-PHYSIQUE	PALIER LOGICO-MATHÉMATIQUE	
Composante abstraite	Composante abstraite	Composante formelle
Reconnait l'invariance d'une quantité par rapport à son organisation Reconnait l'équivalence entre les quantités	Reconnait les relations d'inclusion Conserve les unités de mesure	Attribue une valeur relative aux chiffres d'un nombre

18. Si tu mets à l'envers le nombre 357, qu'obtiens-tu?
19. Est-ce la même quantité que 357?
20. Si tu échanges les 3 centaines pour des dizaines, combien en obtiens-tu?
21. Quel nom obtiens-tu après l'échange?

Tâche 7: Lis et écris des nombres

PALIER LOGICO-PHYSIQUE	PALIER LOGICO-MATHÉMATIQUE	
Composante abstraite	Composante abstraite	Composante formelle
Généralise le nom des petits nombres aux grands	Généralise le noms des nombres de l'ordre des	Lit un nombre

nombres	unités aux ordres mille et million	132
---------	------------------------------------	-----

22.

Écris en lettres le nombre suivant: 247

23. Écris en chiffres le nombre suivant: mille-soixante-neuf

APPENDICE K

QUESTIONNAIRE DE VÉRIFICATION SUR LA VALEUR DE POSITION 134

1. a) Un nombre est plus grand quand il a 10 dizaines que 10 centaines.

☐ Vrai

☐ Faux

- b) Un nombre est plus petit quand il a 10 centaines que 10 dizaines de mille.

☐ Vrai

☐ Faux

2. a) Dans le nombre 382, combien y a-t-il de dizaines en tout? _____

- b) Dans le nombre 382, combien y a-t-il d'unités en tout? _____

- c) Si tu échanges 8 centaines contre des dizaines, combien de dizaines auras-tu? _____

- d) Encerle le nombre qui a 14 centaines. 1405 2314 1444 149

3. a) Comment pourrait-on appeler différemment le nombre 60 (soixante)? _____

- b) Dans le nombre 823, quel chiffre est la position des dizaines? _____

4. a) Combien y a-t-il de dizaines dans une centaine? _____

- b) Est-ce que toutes les centaines ont le même nombre de dizaines?

☐ oui

☐ non

5. Si je te donne des billets de 10\$, de 100\$ et de 1000\$,

- a) quel groupe représente les 10\$? _____

- b) quel groupe représente les 1000\$? _____

- c) à quelles positions est-il possible d'arrondir? ☐ unité ☐ dizaine ☐ centaine

- d) quels billets me donnerais-tu si je voulais 7123 à la centaine près?

- e) si tu ne me donnes que des billets de 1000\$, à quelle position aurais-tu arrondi le nombre? _____

f) le nombre 7123 est-il plus près du nombre 7100 ou du nombre 7200? _____ 135

6. a) Le nombre 699 écrit à l'envers donne 996. Est-ce la même quantité? _____

b) Si tu échanges 2 centaines pour des unités, combien en obtiens-tu? _____

7. a) Écris en lettres le nombre suivant: 172 _____

b) Écris en chiffres le nombre suivant: quatre-cent- deux _____

8. Additionne les nombres suivants.

a) $82 + 11 =$

b) $96 + 54 =$

9. Soustrais les nombres suivants.

a) $65 - 25 =$

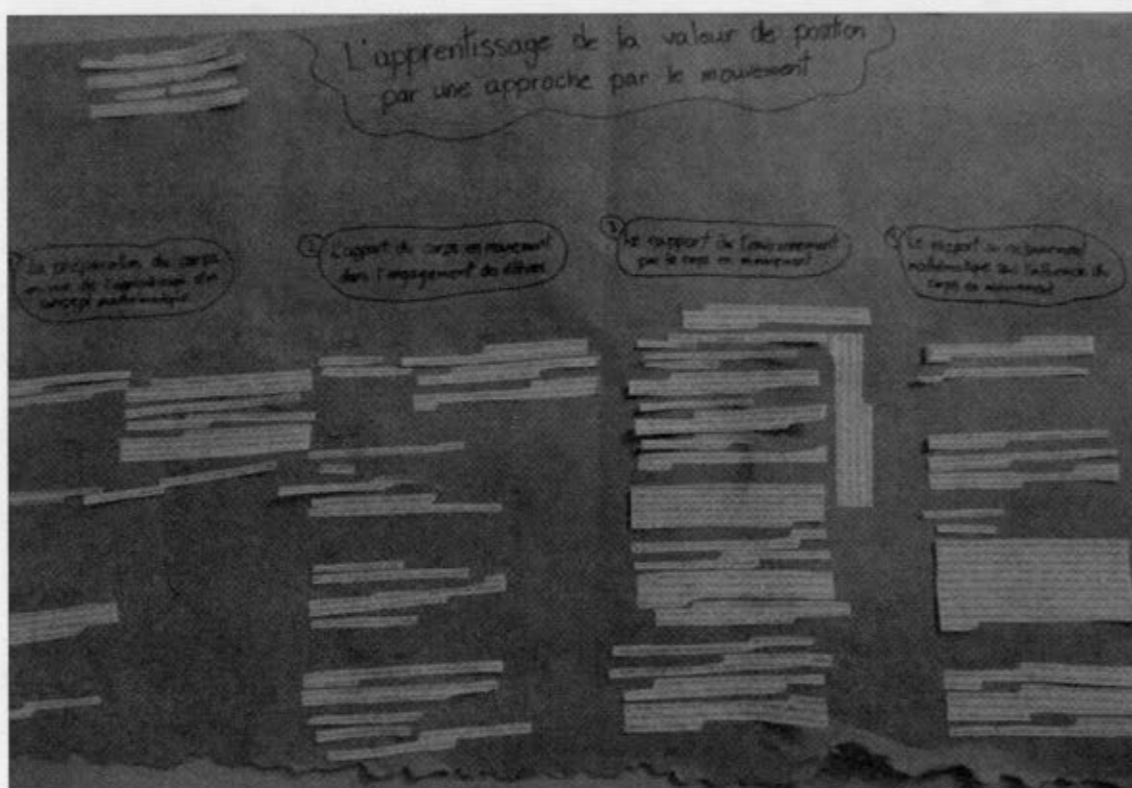
b) $144 - 110 =$

APPENDICE L

OUTIL D'ANALYSE DES DONNÉES D'ENTREVUE ET D'OBSERVATION

137

Pour analyser les résultats, le verbatim des entretiens et les données d'observation dans le journal de bord ont été découpés phrase par phrase. Ensuite, quatre thèmes ont été dégagés de ces résultats: 1- La préparation du corps en vue de l'apprentissage d'un concept mathématique; 2- L'apport du corps en mouvement dans l'engagement des élèves; 3- Le rapport à l'environnement par le corps en mouvement et 4- Le rapport au raisonnement mathématique sous l'influence du corps en mouvement. Puis, les phrases ont été placées selon ces quatre thèmes. Finalement, des sous-sections ont été créées pour mieux séparer le contenu tout en harmonisant les différentes idées. Voici le produit fini des phrases consignées sous chacun des thèmes et sous-thèmes.



RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

April, J. (2010). L'importance du corps dans le développement de l'enfant. *Revue préscolaire*, 48(2), 21-23.

Arithmétique. (2012). *Le Petit Robert*. Paris, France: Éditions Le Robert.

Armstrong, T. (1999). *Les Intelligences Multiples dans votre classe*. Montréal: Chenelière/McGraw-Hill.

Beaud, S. & Weber, F. (2010). *Guide de l'enquête de terrain*. Paris: Éditions La découverte.

Beaupré, A. (2009). Les orientations du Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport pour une école adaptée à tous ses élèves. *Vie pédagogique*, s.v. (150), repéré à http://www.mels.gouv.qc.ca/sections/viepedagogique/150/index.asp?page=dossierC_3

Bednarz, N. & Janvier, B. (1984a). La numération: les difficultés suscitées par son apprentissage, une stratégie didactique cherchant à favoriser une meilleure compréhension. *Grand N*, 33(1), 5-31.

Bednarz, N. & Janvier, B. (1984b). La numération: les difficultés suscitées par son apprentissage, une stratégie didactique cherchant à favoriser une meilleure compréhension. *Grand N*, 34(1), 5-17.

Berthoz, A. (1993). *Multisensory control of movement*. Grande-Bretagne: Oxford University Press.

Bouchard, C. & Fréchette, N. (2011). *Le développement global de l'enfant de 6 à 12 ans en contextes éducatifs*. Québec: Presses de l'Université du Québec.

Boucher, M. (2002). *De la rencontre à la scène, du corps dansant et de l'image-mouvement projetée: vers la synesthésie cinétique* (Thèse de doctorat). Université du Québec à Montréal.

Boushey, G. et Moser, J. (2008). *Les 5 au quotidien*. Montréal: Duval Education.

Branger, N. (2011). *Rééducation de la visuoconstruction: travail conjoint des déplacements simulés et de la représentation spatiale* (Mémoire de maîtrise, Université de Toulouse) Repéré à <http://www.psychomot.ups-tlse.fr/Branger2011.pdf>

Campbell, B. (1999). *Les intelligences multiples: Guide Pratique*. Montréal: Chenelière/Didactique.

Campbell, L., Campbell, B. & Dickinson, D. (2006). *Les intelligences multiples au cœur de l'enseignement et de l'apprentissage*. Montréal: Chenelière/Éducation.

Centre de réadaptation Marie Enfant du CHU Sainte-Justine. (2009). *Grandir avec l'enfant*. Repéré à <http://www.crme-sainte-justine.org/pages.aspx?IdMenu=1832&IdPage=40560>.

Côté, R., Gagnon, M., Perreault, N. & Roegiers, X. (2002). *Leximath, lexique mathématique de base 2e édition*. Laval (Québec): Groupe Beauchemin.

DeBlois, L. (1995). Le développement de l'écriture des nombres chez Christine. *Revue des sciences de l'éducation*, 21(2), 331-351.

DeBlois, L. (1999). Le nombre: son écriture et son sens. *Instantanés Mathématiques*, 35(3), 5-10.

DeBlois, L. (2001). *4 dizaines et 10 unités font 410, pourquoi?* Québec: Éditions Bande Didactique.

DeBlois, L. (2011). *Enseigner les mathématiques: des intentions à préciser pour planifier, guider et interpréter*. Québec: Presses de l'Université Laval.

Dewey, J. (2004). *John Dewey: L'école et l'enfant*. Paris: Éditions Fabert.

Dubuc, B & Institut de Recherche en Santé du Canada. (s.d.). *Mémoire et apprentissage*. Repéré à http://lecerveau.mcgill.ca/flash/a/a_07/a_07_p/a_07_p_tra/a_07_p_tra.html

Fortin, M.-F. (2010). *Fondements et étapes du processus de recherche: Méthodes quantitatives et qualitatives*. Montréal : Editions Chenelière Éducation.

Gardner, H. (1983). *Frames of Mind*. New York: Basic Books, Inc.

Gentaz, É. (2009). *La main, le cerveau et le toucher*. Paris: Dunod.

Goldstein, L. I. (1996). A case of study using the Kestenberg Movement profile in dance/movement therapy with a learning disabled child with a focus on learning styles (Master of Arts, Antioch/New England Graduate School). Repéré à

<http://search.proquest.com.proxy.bibliotheques.uqam.ca:2048/pqdtft/docview/304348676/1381FA3A31F2ABC3E44/1?accountid=14719>.

Gurian, M., & Henley, P. (2001). *Boys and Girls Learn Differently*: HB Printing.

Hodgson, J. & Preston-Dunlop, V. (1991). *Introduction à l'œuvre de Rudolph Laban*. (traduit par P. Lorrain). Royaume-Uni: Northcote House Publishers Ltd.

Hourst, B. (2006). *À l'école des Intelligences Multiples*. Paris: Hachette Livre.

Ifrah, G. (1994). *Histoire universelle des chiffres: l'intelligence des hommes racontée par les nombres et le calcul*. Paris: Éditions Robert Laffont.

James, A. N. (2007). *Teaching the Male Brain*: Corwin Press.

James, A. N., Allison, S. B., & McKenzie, C. Z. (2011). *Active Lessons for Active Brains*: Corwin.

Jeannerod, M. & Frak, V. (1999). Mental imaging of motor activity in humans. *Current opinion in neurobiology*, 9(6). 735-739.

Karsenti T. & Savoie-Zajc, L. (2004). *La recherche en éducation : étapes et approches*. Sherbrooke: Éditions du CRP.

Kahn, S. (2004). Une réforme scolaire. *Sciences humaines*, (153), 42-44.

Kamii, C. (1990). *Les jeunes enfants réinventent l'arithmétique*. États-Unis: Éditions Peter Lang SA.

Kimura, D. (1992). Sex differences in the brain. *Scientific American*, 267(3), 118-125.

Kirk, D., Macdonald, D. & O'Sullivan, M. (2006). *The Handbook of Physical Education*. London: Sage Publications Ltd.

Kosslyn, S. M. (2001). *Psychology: the brain, the person, the world*. United States: Allyn & Bacon.

Kosslyn, S. M. (2003). Visual Mental Imagery: A case study in interdisciplinary research. Dans F. S. Kessel & P. L. Rosenfield, *Expanding the Boundaries of Health and Social Science: Case Studies in Interdisciplinary Innovation*. Oxford University Press.

Lafortune, L. & Deaudelin, C. (2001). *Accompagnement socioconstructiviste: pour s'approprier une réforme en éducation*. Québec: Presses de l'Université du Québec.

Lafortune, L. et Mongeau, P. (2002). *L'affectivité dans l'apprentissage*. Québec: Éditions de l'Université du Québec.

Lajoie, G. (2003). *L'école au masculin*. Québec: Septembre Éditeur.

Legendre, R. (2005). Kinesthésie. Dans *Dictionnaire actuel de l'éducation*, 3^e édition (p. 822). Montréal: Guérin Montréal.

Levy, J. (1985). Right brain, left brain: Fact and fiction. *Psychology Today*. (19), 38-45.

Lieury, A. (2009). *Psychologie du cerveau: pour mieux comprendre comment il fonctionne*. Paris: Éditions Dunod.

Lillard, A. S. (2005). *Montessori: The science behind the genius*. New York Oxford University Press.

Lyons, M. & Lyons, R. (1998). *Les secrets de l'apprentissage ou comprendre le pourquoi de défi mathématique*. Montréal: Chenelière/McGraw-Hill.

Mathématique. (2012). *Le Petit Robert*. Paris, France: Éditions Le Robert.

Mémoire procédurale. (2012). Dans *Wikipedia*. Repéré le 15 janvier 2012 à http://fr.wikipedia.org/wiki/M%C3%A9moire_proc%C3%A9durale

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. (2006). *Programme de formation de l'école québécoise*. Repéré à <http://www.mels.gouv.qc.ca/sections/programmeFormation/primaire/>

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. (2009). *Progression des apprentissages au primaire: Mathématique*. Repéré à http://www.mels.gouv.qc.ca/progression/mathematique/pdf/math_sectionCom.pdf

Ministère de l'Éducation, du Loisir et du Sport. (2013). *Identification administrative des élèves handicapés et des élèves en difficulté d'adaptation ou d'apprentissage*. Repéré à <http://www2.csdm.qc.ca/sassc/ReferentielEHDAA/Scripts/Codes.htm>

Nash, R. (2009). *The Active Classroom*. Corwin Press.

OCDE. (2007). *Comprendre le cerveau: naissance d'une science de l'apprentissage*. Paris: Éditions OCDE.

Pailhous, J. & Cavallo, V. (1982). Les effets spatiaux du mouvement : leur rôle et leur traitement. *L'année psychologique*, 82(2), 457-472. Repéré à http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/psy_0003-5033_1982_num_82_2_28430

Paillé, P. (1991). *Procédures systématiques pour l'élaboration d'un guide d'entrevue semi-directive: un modèle et une illustration*. Communication présentée au congrès de l'Association canadienne-française pour l'avancement des sciences, Sherbrooke, Québec.

Paillé, P. & Mucchielli, A. (2012). *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales*. France: Éditions Armand Colin.

Piaget, J. (1970). *L'épistémologie génétique*. Paris: Presses universitaires de France.

Piaget, J. (1977). *Recherches sur l'abstraction réfléchissante: l'abstraction des relations logico-mathématiques*. Paris: Presses universitaires de France.

Potvin, P., Riopel, M. & Masson, S. (2007). *Regards multiples sur l'enseignement des sciences*. Québec: Éditions Multimondes.

Reichert, M., & Hawley, R. (2010). *Reaching Boys, Teaching Boys*. San Francisco: Wiley.

Rouquet, O. (1991). *Les pieds à la tête*. Paris: Recherche en Mouvement.

Shoval, E. (2011). Using mindful movement in cooperative learning while learning about angles. *Instructional Science*, 39(4), 453-466. Repéré à <http://www.springerlink.com.proxy.bibliotheques.uqam.ca:2048/content/r872738630w728kk/>.

Sousa, D. A. (2002). *Un cerveau pour apprendre*. Montréal: Chenelière/McGraw-Hill.

Sousa, D. A. (2010). *Un cerveau pour apprendre les mathématiques*. Montréal: Chenelière Éducation.

Sprenger, M. (2005). *How to teach so students remember*. États-Unis: Association for Supervision and Curriculum Development.

Sprenger, M. (2008). *Differentiation through Learning Styles and Memory*. Corwin Press.

Sprenger, M. (2010). *La différenciation pédagogique: Enseigner en fonction des styles d'apprentissage et de la mémoire*. Québec: Chenelière/Éducation.

St-Amant, J.-C. (2007). *Les garçons et l'école*. Montréal: Éditions Sisyphe.

Starko, A. J. (2010). *Creativity in the Classroom: Schools of Curious Delight*. 4^e édition. New York: Routledge.

Thornton, S. (1971). *A movement perspective of Rudolph Laban*. London: Macdonald & Evans Ltd.

Twomey Fosnot, C., & Dolk, M. (2010). *Jeunes mathématiciens en action, Tome 1*. Montréal: Chenelière/Éducation.

Van de Walle, J. A. & Louvin, L. H. (2007). *L'enseignement des mathématiques: L'élève au centre de son apprentissage*. Montréal: ERPI.

Van Nieuwenhoven, C. (1999). *Le comptage: vers la construction du nombre*. Paris: Éditions De Boeck Université.

Vienneau, R. (2011). *Apprentissage et enseignement: Théories et pratiques* (2^e édition). Montréal: Éditions Gaëtan Morin.

Vergnaud, G. (2000). *Lev Vygotski: Pédagogue et penseur de notre temps*. Paris: Éditions Hachet